

Столетие науки в Америке

Эдвард Солсбери Дана

A CENTURY OF SCIENCE IN AMERICA

WITH SPECIAL REFERENCE TO THE
AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE
1818-1918

BY

EDWARD SALISBURY DANA · CHARLES SCHUCHERT
HERBERT E. GREGORY · JOSEPH BARRELL · GEORGE OTIS SMITH
RICHARD SWANN LULL · LOUIS V. PIRSSON
WILLIAM E. FORD · R. B. SOSMAN · HORACE L. WELLS
HARRY W. FOOTE · LEIGH PAGE · WESLEY R. COE
AND GEORGE L. GOODALE



NEW HAVEN
YALE UNIVERSITY PRESS
LONDON · HUMPHREY MILFORD · OXFORD UNIVERSITY PRESS
MDCCCXVIII

Электронная книга проекта "Гутенберг" о столетии науки в Америке

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Столетие науки в Америке

со специальной ссылкой на Американский научный журнал, 1818-1918

Автор: Эдвард Солсбери Дана

Джозеф Баррелл

Уэсли Р. Коу

Х. В. Фут

Уильям Э. Форд

Джордж Л. Гудейл

Герберт Э. Грегори

Ричард Суонн Затишье

Ли Пейдж

Луи В. Пирссон

Чарльз Шухерт

Джордж Отис Смит

Роберт Б. Сосман

Гораций Л. Уэллс

Дата выхода: 11 мая 2024 [Электронная книга №73605]

Язык: Английский

Оригинальная публикация: Лондон: Издательство Йельского университета, 1918

Авторы: Ричард Тонсинг, Шарлин Тейлор и команда онлайн-корректоров по адресу <https://www.pgdp.net> (Этот файл создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом / Американскими библиотеками.)

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "СТОЛЕТИЕ НАУКИ В АМЕРИКЕ" ***

Примечание переписчика:

Новая оригинальная обложка, прилагаемая к этой книге, находится в общественном достоянии.

ЙЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИССИС ХЕПСА ЭЛИ СИЛЛИМАН

МЕМОРИАЛЬНЫЕ ЛЕКЦИИ

В 1883 году президенту и стипендиатам Йельского колледжа в городе Нью-Хейвен было оставлено наследство в размере восьмидесяти тысяч долларов в качестве подарка от ее детей в память об их любимой и уважаемой матери, миссис Хепсе Эли Силлиман.

На этом основании Йельскому колледжу было поручено организовать ежегодный курс лекций, призванный проиллюстрировать присутствие и провидение, мудрость и благость Бога, проявляющиеся в естественном и нравственном мире. Они должны были быть обозначены как Мемориальные лекции миссис Хепсы Эли Силлиман. Завещатель был убежден, что любое упорядоченное изложение фактов природы или истории способствует завершению этого фонда более эффективно, чем любая попытка подчеркнуть элементы доктрины или вероучения; и поэтому он предусмотрел, что лекции по догматическому или полемическому богословию должны быть исключены из сферы действия этого фонда и что предметы должны быть выбраны скорее из областей естественных наук и истории, уделяя особое внимание астрономии, химии, геологии и анатомии.

Далее было указано, что каждый ежегодный курс должен быть положен в основу тома, который станет частью серии, посвященной памяти миссис Силлиман. Мемориальный фонд перешел во владение Корпорации Йельского университета в 1901 году; и настоящий том является четырнадцатым в серии мемориальных лекций.

МЕМОРИАЛЬНЫЕ ЛЕКЦИИ СИЛЛИМАНА

ОПУБЛИКОВАНО ИЗДАТЕЛЬСТВОМ ЙЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАТЕРИЯ. Автор Джозеф Джон Томсон, доктор философии, старший научный сотрудник *Тринити-колледжа* и *Кавендишский профессор экспериментальной физики Кембриджского университета*.

(Четвертая печать.) Цена \$1.50 нетто.

ИНТЕГРАТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. Автор Чарльз С. Шеррингтон, d.sc., доктор медицинских наук, дорогой. доктор юридических наук, профессор физиологии *Холта, Ливерпульский университет*,.

(Пятая печать.) Цена \$5,00 нетто.

РАДИОАКТИВНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ. Автор Эрнест Резерфорд, d.sc, доктор права, профессор физики *Макдональд, Университет Макгилла*.

Цена \$5,00 нетто.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИКИ К ХИМИИ. Автор доктор Вальтер Нернст, профессор и директор Института физической химии Берлинского университета.

Цена \$1.50 нетто.

ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ. Автор Уильям Бейтсон, m.a., f.r.s., директор Садоводческого института Джона Иннеса, Мертон-Парк, Суррей, Англия.

(Вторая печать.) Цена \$5,00 нетто.

ДВИЖЕНИЯ ЗВЕЗД. Особое внимание уделяется движениям, определенным с помощью спектрографа. Автор Уильям Уоллес Кэмпбелл, доктор философии, директор обсерватории Лик, Калифорнийский университет.

(Вторая печать.) Цена \$5,00 нетто.

ТЕОРИИ РЕШЕНИЙ. Автор Сванте Аррениус, доктор философии, доктор медицинских наук, директор физико-химического отделения Нобелевского института, Стокгольм, Швеция.

(Третья печать.) Цена \$3.00 нетто.

РАЗДРАЖИТЕЛЬНОСТЬ. Физиологический анализ общего действия раздражителей на живые вещества. Автор Макс Верворн, доктор медицинских наук, профессор Боннского физиологического института.

(Вторая печать.) Цена \$5,00 нетто.

ПРОБЛЕМЫ АМЕРИКАНСКОЙ ГЕОЛОГИИ. Авторы Уильям Норт Райс, Фрэнк Д. Адамс, Артур П. Коулман, Чарльз Д. Уолкотт, Вальдемар Линдгрэн, Фредерик Лесли Рэнсом и Уильям Д. Мэтью.

(Вторая печать.) Цена \$5,00 нетто.

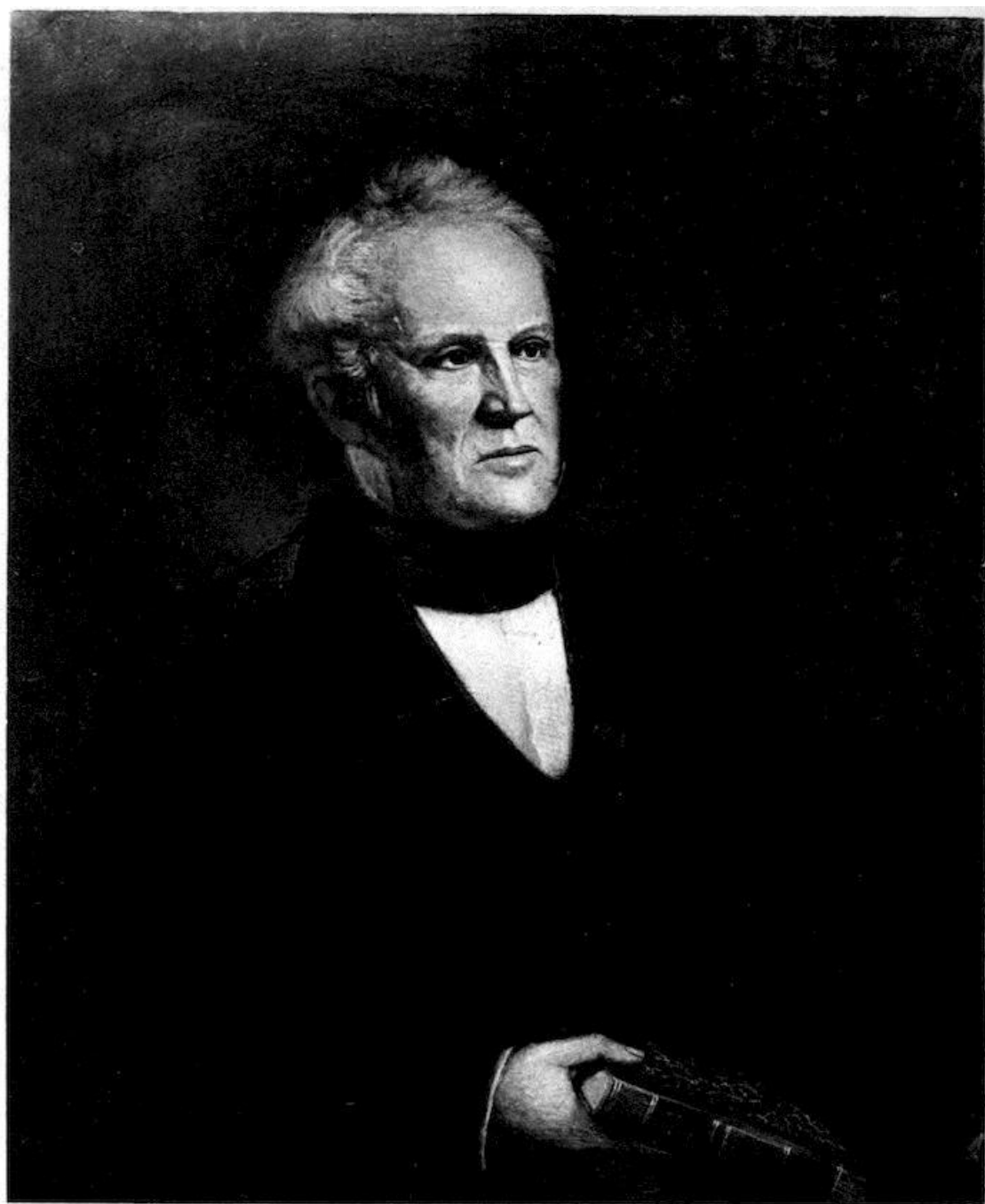
ПРОБЛЕМА ВУЛКАНИЗМА. Автор Джозеф Паксон Иддингс, доктор философии, sc.d.

(Вторая печать.) Цена \$5,00 нетто.

ОРГАНИЗМ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, ПРОИЛЛЮСТРИРОВАННЫЕ ФИЗИОЛОГИЕЙ ДЫХАНИЯ. Автор Джон Скотт Холдейн, доктор медицины, доктор права, f.r.s., научный сотрудник Нью-колледжа Оксфордского университета.

(Вторая печать.) Цена \$ 1.25 нетто.

СТОЛЕТИЕ НАУКИ В АМЕРИКЕ



A.W. Elson & Co. Boston

B. Silliman

СТОЛЕТИЕ НАУКИ В АМЕРИКЕ С ОСОБОЙ ССЫЛКОЙ На АМЕРИКАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ За 1818-1918 ГОДЫ

ЭДВАРД СОЛСБЕРИ ДАНА • ЧАРЛЬЗ ШУХЕРТ

ГЕРБЕРТ Э. ГРЕГОРИ · ДЖОЗЕФ БАРРЕЛЛ · ДЖОРДЖ ОТИС СМИТ

РИЧАРД СУОНН ЛАЛЛЬ · ЛУИС В. ПИРСОН

УИЛЬЯМ Э. ФОРД · Р. Б. СОСМАН · ГОРАЦИЙ Л. УЭЛЛС

ГАРРИ У. ФУТ · ЛИ ПЕЙДЖ · УЭСЛИ Р. КОУ

И Джордж Л. ГУДЕЙЛ



НЬЮ - ХЕЙВЕН

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЙЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ЛОНДОН · ХАМФРИ МИЛФОРД · ИЗДАТЕЛЬСТВО ОКСФОРДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

MDCCCXVIII

АВТОРСКОЕ ПРАВО, 1918, АВТОР

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЙЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ВСТУПИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая книга посвящена столетию основания Американского научного журнала Бенджамином Силлиманом в июле 1818 года. Во вступительной главе дается довольно подробный отчет о первых днях существования журнала с кратким описанием его последующей истории. Остальные главы посвящены основным отраслям науки, которые занимали видное место на страницах журнала. Они были написаны с целью показать в каждом конкретном случае положение науки в 1818 году и общий прогресс, достигнутый за столетие; особое внимание уделяется американской науке и, в частности, вкладу в нее, который можно найти на страницах журнала. Ссылки на конкретные статьи в журнале в большинстве случаев включены в текст и указывают просто объем, страницу и дату, например (24, 105, 1833); когда эти и другие ссылки представлены в значительном количестве, они объединены в виде библиографии в конце главы.

Вся стоимость настоящей книги покрыта из доходов Мемориального фонда миссис Хепсы Эли Силлиман, учрежденного по завещанию Огастеса Эли Силлимана, племянника Бенджамина Силлимана, умершего в 1884 году. Некоторые из напечатанных здесь глав легли в основу серии из семи лекций Силлимана в соответствии с условиями этого подарка. Выбор этих лекций был обусловлен удобством заинтересованных джентльменов, а отчасти также характером предмета.

Содержание

	Страница
Вступительного примечания	vii
I. Американский научный журнал с 1818 по 1918 год. Эдвард Солсбери Дана	13
II. Столетие геологии: Прогресс исторической геологии в Северной Америке. Charles Schuchert	60
III. Столетие геологии: этапы прогресса в интерпретации форм суши. Герберт Э. Грегори	122
IV. Столетие геологии (продолжение): Рост знаний о строении Земли. Джозеф Баррелл	153
Против Столетие государственных геологических изысканий. Джордж Отис Смит	193
VI. О развитии палеонтологии позвоночных. Ричард Суонн Лаллий	217
VII. Расцвет петрологии как науки. Луис В. Пирссон	248
VIII. Развитие минералогии с 1818 по 1918 год. Уильям Э. Форд	268
IX. Работа геофизической лаборатории Вашингтонского института Карнеги. Р. Б. Сосман	284
X. Прогресс химии за последние сто лет. Гораций Л. Уэллс и Гарри У. Фут	288
XI. Столетний прогресс в физике. Ли Пейдж,	335

XII.	Столетие зоологии в Америке. Уэсли Р. Коу	391
XIII.	Развитие ботаники с 1818 года. Джордж Л. Гудейл	439

ПОРТРЕТЫ

Бенджамин Силлиман	<i>Фронтиспис</i>	
С картины Г. С. Хаббарда, эсквайра, принадлежащей мисс Генриетте У. Хаббард		
Бенджамину Силлиману-младшему	напротив страницы	28
Джеймсу Д. Дане	” ”	36
Эдварду С. Дане	” ”	48
Уолкотту Гиббсу	” ”	52
Джеймсу Холлу	” ”	84
Г. К. Гилберту	” ”	140
Эдварду Хичкоку	” ”	156
О. К. Марш	” ”	232
Ф. В. Хейден	” ”	196
Дж. У . Пауэлл	” ”	204
Кларенс Кинг	” ”	208
Джордж Дж. Браш	” ”	276
Дж. Уиллард Гиббс	”	324
Г. А. Ньютона	” ”	336
Джеймса Клерка Максвелла	” ”	348
Луиса Агассиса	” ”	404
Томаса Х. Хаксли	” ”	410
А. Э. Веррилла	” ”	412
Эйса Грея	” ”	444
Чарльза Дарвина	” ”	452

СТОЛЕТИЕ НАУКИ

В АМЕРИКЕ

I АМЕРИКАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ С 1818 По 1918 ГОД

ЭДВАРД С. ДАНА

Введение.

В июле 1818 года, сто лет назад, публике был представлен первый номер Американского журнала науки и искусств. Это единственное научное периодическое издание в нашей стране, которое поддерживает непрерывное существование с тех ранних пор, и эту честь разделяют едва ли более полудюжины других независимых научных периодических изданий в мире в целом. Аналогичных публикаций ученых обществ за тот же период также очень мало.

В связи с этим столетием интересно оглянуться назад на положение науки и научной литературы в интеллектуальной жизни мира в начале девятнадцатого века и кратко рассмотреть удивительный отчет о совокупном научном и промышленном прогрессе за последующие сто лет — темы, которые будут подробно рассмотрены в последующих главах. Уместно также вспомнить человека, основавшего журнал, условия, в которых он работал, и трудности, с которыми он столкнулся. Наконец, мы должны рассмотреть, но более кратко, последующую историю того, что так часто называли в честь его основателя “Журналом Силлимана”.

Девятнадцатый век, и особенно столетие, которым мы сейчас интересуемся, всегда должны выделяться в мировой истории как период, сочетавший величайшее развитие во всех областях науки с самым выдающимся промышленным прогрессом. Только в этом столетии научные исследования в полной мере использовали двойные методы наблюдения и эксперимента. В случаях, слишком многочисленных, чтобы их упоминать, они сначала давали нам предварительную гипотезу; затем, путем проверки и корректировки гипотезы вновь полученными данными, была получена общепринятая теория; наконец, теми же средствами, которые были применены далее, был установлен один из законов природы.

Ранняя наука.— Заглядывая далеко в прошлое, кажется удивительным, что наука развилась так поздно, но замечательные свидетельства гениальности человека в воздвигнутых им памятниках и архитектурных руинах показывают, что работа человеческого разума нашла выражение сначала в искусстве, а затем человек также обратился к литературе. Поскольку мышление человека было конструктивным, первыми результатами были философские системы и объяснения порядка вещей, видимого изнутри, а не так, как показывает сама природа. Мы датируем настоящее начало науки греками, но именно в столетие, предшествовавшее Аристотелю, были построены Парфенон и скульптуры Фидия. Даже сам великий Аристотель (384-322 гг. до н.э.), хотя его иногда называют “основоположником естественной истории”, много веков спустя был справедливо обвинен лордом Бэконом в том, что он сначала сформировал свои теории, а затем заставил факты согласиться с ними.

Сведение воедино фактов с помощью одних только наблюдений началось, безусловно, очень рано, поскольку именно движение солнца, луны и звезд и отношение земли к ним впервые возбудили интерес и, особенно в странах Востока, привели к накоплению данных о движении планет, комет и возникновении затмений. Но между этими фактами не было никакой согласованности, и они были настолько погружены в человеческие суеверия, что не представляли особой ценности. Однако попутно стоит упомянуть, что китайские

астрономические данные, накопленные более чем за две тысячи лет до христианской эры, в умелых руках дали результаты немалого значения.

Несомненно, если бы были доступны полные знания о науке, существовавшей в ранних цивилизациях, мы оценили бы ее выше, чем можем оценить в настоящее время, но, вероятно, даже тогда оказалось бы, что она развивалась изнутри, подобно философии греков, и лишь при незначительном влиянии самой природы. Действительно, примечательно, что вплоть до того времени, о котором мы непосредственно говорим, первыми и наиболее полно были развиты такие разделы математики, как арифметика и геометрия, а позже и их приложения: другими словами, те направления науки, которые наименее тесно связаны с природой.

В важности для науки греческой школы в Александрии во втором и третьем веках до нашей эры не может быть никаких сомнений. Геометрия Евклида (около 300 г. до н.э.) была изумительна как по своей полноте, так и по ясности логического метода. Гиппарх (около 160-125 гг. до н.э.) дал миру элементы тригонометрии и развил астрономию так, что Птолемей 260 лет спустя смог построить хорошо разработанную систему, хотя и ошибочную в фундаментальном представлении об относительном положении земли. Интересно отметить, что всего год или два назад Институт Карнеги счел "Альмагест Птолемея" достойным переиздания. Кстати, у этого великого астрономического труда не было преемника до работы араба Улуг-бея в пятнадцатом веке, которая через несколько месяцев также была опубликована тем же Учреждением.

К александрийской школе также принадлежит Архимед (287-212 гг. до н.э.), который, как известно каждому школьнику, был основателем механики и фактически почти современным физическим экспериментатором. Он изобрел водяной винт для подъема воды; он открыл принцип действия рычага, который так сильно поразил его воображение, что он потребовал наличия *πῶς οὐκ* или точки опоры, на которую можно было бы поместить его так, чтобы двигать саму землю. Он был еще ближе к современной физике в своем известном плане сжечь вражеский флот, собрав солнечные лучи в систему огромных зеркал.

Римлянам наука мало чем обязана, кроме того, что подразумевается в их огромных архитектурных памятниках, зданиях и акведуках, которые были возведены у них дома и в странах их завоеваний. Плиний старший (23-79 гг. н.э.) больше всего заслуживал называться человеком науки, но его труд по естественной истории, состоящий из тридцати семи томов, представляет собой едва ли что-то большее, чем компиляцию басен, фактов и вымыслов, и иногда его называют собранием анекдотов. Он погиб во время "величайшего геологического события древности", извержения Везувия, которое ярко описано его племянником, Плинием младшим, в "одном из самых замечательных литературных произведений в области геологии" (Циттель).

С падением Рима и закатом римской цивилизации наступил период интеллектуальной тьмы, из которого мир не выходил до возрождения образования в пятнадцатом и шестнадцатом веках. Затем расширение географических знаний шло рука об руку с развитием искусства, литературы и рождением новой науки. Коперник (1473-1543) наконец-то подарил миру солнечную систему, управляемую солнцем; Кеплер (1571-1630) сформулировал законы, управляющие движением планет; Галилей (1564-1642) со своим телескопом открыл новые горизонты астрономических знаний и заложил основы механики; в то время как Леонардо да Винчи (1452-1519), художник, скульптор, архитектор, инженер, музыкант и настоящий ученый, изучал законы падения тел и разгадал загадку окаменелостей в горных породах. Еще позже Ньютон (1642-1727) установил закон всемирного тяготения, разработал математический анализ, поставил механику

напрочную основу, а также разработал свойства линз и призм, так что его "Оптика" (1704) всегда будет занимать видное место в истории науки.

Со времен Возрождения наука неуклонно развивалась, но только во второй половине восемнадцатого века были полностью заложены основы большинства направлений, признанных сегодня. Многие из того, что было достигнуто тогда, описано, по крайней мере, в следующих главах.

Нашу точку зрения в первые годы девятнадцатого века, незадолго до появления Американского журнала, можно кратко резюмировать следующим образом: стремление к знаниям было почти всеобщим и, следовательно, также всеобщим интересом к развитию науки. Математика была прочно установлена, и математическая сторона астрономии и натурфилософии — как тогда называли физику — была хорошо развита. Многие из явлений теплоты и их применения, например, в паровой машине Уатта, были известны, и даже истинная природа теплоты была почти установлена нашим соотечественником графом Румфордом; но об электричестве было известно лишь несколько искр знаний. Основы химии были прочно заложены Пристли, Лавуазье и Дальтоном, в то время как Берцелиус быстро продвигался вперед. Геология также уходила корнями вглубь, главным образом благодаря работам Хаттона и Уильяма Смита, хотя земля, по сути, еще оставалась неизученной областью. Систематическая зоология и ботаника были прочно обоснованы Бюффоном, Ламарком и Кювье, с одной стороны, и Линнеем - с другой; но обо всем, что охватывалось биологией второй половины девятнадцатого века, мир ничего не знал. Заявления Силлимана из его вступительных замечаний в первом номере, частично процитированные на следующей странице, освещают вопрос еще более полно, но на них повлиял энтузиазм того времени, и он, возможно, слабо представлял, что должно было стать рекордом следующих ста лет.

Теперь, оставляя эту поспешную и неполную ретроспективу и возвращаясь к 1918 году, мы обнаруживаем, что контраст между сегодняшним днем и 1818 годом, возможно, наиболее разительно проявляется с материальной стороны, если мы рассмотрим способность человека в начале девятнадцатого века удовлетворять предъявляемые к нему требования в вопросе транспортировки себя и своего имущества. В 1800 году он едва ли продвинулся дальше своего предка древнейшей цивилизации; напротив, его передвижение по суше все еще зависело от собственных мускульных усилий и домашних животных, в то время как на море он вдобавок пользовался только парусами. Первое коммерческое применение паровой машины было осуществлено компанией Fulton, когда в 1807 году пароход "Клермон" совершил свое знаменитое путешествие по реке Гудзон. С тех пор, шаг за шагом, транспортировка становилась все более быстрой, экономичной и удобной, как по суше, так и по воде. Это произошло сначала благодаря совершенствованию паровой машины, позже - с помощью электричества, а еще дальше и более повсеместно - благодаря использованию бензиновых двигателей. Наконец, в эти первые годы двадцатого века то, что когда-то казалось дикой мечтой воображения, было реализовано, и человек завоевал господство в воздухе; в то время как совершенство подводной лодки столь же чудесно, сколь и смертоносна ее работа.

Едва ли менее чудесным является практическое уничтожение пространства и времени при электрической передаче человеческой мысли и речи по проводам и эфирным волнам. В то время как, более того, тот же самый электрический ток теперь дает человеку его искусственное освещение и служит ему тысячью других способов.

Но в тот же период были преодолены и космические ограничения с помощью спектроскопа, который дает знания о материальной природе солнца и неподвижных звезды об их движении в пределах прямой видимости; в то время как спектральный анализ выявил существование многих новых элементов и открыл перспективы в отношении природы материи.

Химик и физик, часто работающие вместе над исследованием проблем, лежащих между их двумя отделами, накопили ошеломляющий массив новых фактов, из которых были выведены принципы их наук. Было открыто много новых элементов, фактически почти все, чего требует периодический закон; так называемые неподвижные газы были сжижены, и теперь воздух в жидкой форме является почти игрушкой; точка кипения гелия почти достигла абсолютного нуля; были проведены физические измерения с большой точностью в обоих направлениях для температур, намного превышающих любую шкалу, которая считалась возможной на раннем этапе; было показано, что атом, который когда-то считался неделимым, состоит из гораздо меньших электронов, в то время как его распад в радию и его производных был прослежен с последствиями, которые пока еще только частично поняты, но, несомненно, имеют большое значение. далеко идущие последствия; в какой-то момент мы, кажется, приблизились к трансмутации элементов, которая так долго была мечтой алхимиков. Тем не менее, фотография была открыта и усовершенствована, и с использованием рентгеновских лучей она дает представление о структуре тел, совершенно непрозрачных для глаза; те же рентгеновские лучи, по-видимому, определяют местонахождение атомов в кристалле.

Здесь и во многих других местах мы приближаемся к знанию изначальной природы материи.

В геологии был достигнут огромный прогресс в познании земли не только в отношении ее особенностей, проявляющихся сейчас на поверхности или вблизи нее, но и в отношении ее истории в прошлые века, развития ее структуры, мельчайшей истории ее жизни, таких явлений, как землетрясения, извержения вулканов и т.д. Геологические изыскания во всех цивилизованных странах доведены до высокой степени совершенства.

В биологии, самом по себе слове, которое, хотя и использовалось Ламарком, вошло в обиход только после того, как его подхватил Хаксли, а затем Герберт Спенсер в середине века, прогресс не менее примечателен, поскольку хорошо развит в более поздней главе этого тома.

Хотя это и не входит в нашу сферу, было бы неправильно также не признавать рост медицины, особенно благодаря знанию бактерий и их функций, а также болезнетворных микробов и методов борьбы с ними. Мир никогда не забудет, в каком долгу он перед Пастером и Листером и многими более поздними исследователями в этой области.

Развивать эту тему дальше означало бы вторгнуться в область следующих глав, но еще более важным и фундаментальным, чем все обнаруженные факты и исследованные явления, было установление определенных широких научных принципов, которые произвели революцию в современной мысли и показали взаимосвязь между науками, кажушимися независимыми. Закон сохранения энергии в физическом мире и принцип материальной и органической эволюции вполне можно назвать величайшими обобщениями человеческого разума. Хотя предложения относительно них, особенно последнего, можно найти в трудах ранних авторов, установление и всеобщее признание этих принципов, по сути, относятся к середине девятнадцатого века. Они являются высшим достижением научной мысли интересующего нас периода.

Любое простое перечисление огромного фонда знаний, накопленных усилиями человека путем наблюдений и экспериментов в интересующий нас период, было бы сухим резюме, но все же дало бы некоторое представление о том, чего достиг этот удивительный период. Какв географии энергия человека в последние годы устранила упрек в "Темном континенте", в "неисследованности" центральной Азии и некогда "недоступных полярных регионах", так и в различных областях науки он открыл множество неизвестных областей и накопил обширные запасы знаний. Могло даже показаться, что приближается предел неизвестного. Остается, однако, то различие в аналогии, что в науке фундаментальные отношения — как, например, природа тяготения, материи, энергии, электричества; действительная природа и источник жизни — решение этих и других подобных проблем все еще лежит в будущем. Каков может быть результат продолжения исследований, никто не может предсказать, но даже с учетом открывающихся перед нами возможностей вряд ли будет опрометчиво утверждать, что столь значительный совместный прогресс чистой и прикладной науки, как за последние сто лет, вряд ли будет реализован снова.

Научная периодическая литература в 1818 году.

Контраст в научной деятельности между 1818 и 1918 годами нигде не проявляется так разительно, как в количестве научной периодической литературы двух периодов. Из тысяч научных журналов и регулярных публикаций научных обществ и академий в наши дни лишь очень небольшое число продолжает непрерывное и практически непрерывное существование с 1818 года. Этот небольшой объем периодической научной литературы начала прошлого века важен тем, что дает справедливое представление о весьма ограниченной степени, в которой научные исследования привлекали интеллектуальную жизнь того времени. По-видимому, необходимы некоторые определенные факты, касающиеся научных публикаций тех первых дней.

Ученые общества и академии, занимающиеся литературой и наукой, были созданы очень рано, но сначала только для случайных встреч, а регулярные публикации в большинстве случаев начались гораздо позже. Некоторые из самых ранних — не восходящих к эпохе Возрождения — следующие:

1560. Неаполь, Естественная академия.

1603. Rome, Accademia dei Lincei.

1651. Leipzig, Academia Naturæ Curiosum.

1657. Florence, Accademia del Cimento.

1662. Лондон, Королевское общество.

1666. Paris, Académie des Sciences.

1690. Bologna, Accademia delle Scienze.

1700. Berlin, Societas Regia Scientiarum. Это был предшественник К. Пройса. Akad. d. Wissenschaften.

Лондонское королевское общество, чье существование датируется 1645 годом, хотя и не было определенно учреждено до 1662 года, начало публикацию своих “Философских трудов” в 1665 году и продолжает ее практически без перерыва до настоящего времени; это уникальный рекорд. После этого другими ранними, но в большинстве случаев непостоянными публикациями были публикации в Париже (1699), Берлине (1710), Упсале (1720), Петрограде (1728), Стокгольме (1739) и Копенгагене (1743).

Для второй половины восемнадцатого века, когда быстро закладывались основы нашей современной науки, можно было бы привести значительный список ранних публикаций аналогичных научных организаций. Некоторые из выдающихся из них: Геттинген (1750), Мюнхен (1759), Брюссель (1769), Прага (1775), Турин (1784), Дублин (1788) и др. Первые годы девятнадцатого века стали свидетелями зарождения многих других обществ, особенно в северной Италии. Следует отметить, что, как уже говорилось, лишь в редких случаях публикации этих ученых обществ хотя бы приблизительно продолжались. В большинстве случаев оформление сделок или процессуальных действий было крайне нерегулярным и часто прерывалось.

В этой стране самыми ранними научными организациями являются следующие:

Филадельфия. Американское философское общество, основанное в 1743 году. “Труды” были опубликованы в 1771-1809 годах; затем были прерваны до 1818 года *и далее*.

Бостон. Американская академия искусств и наук, основанная в 1780 году. Мемуары, 1785-1821; а затем 1833 *и последующие*.

Нью-Хейвен. Академия искусств и наук Коннектикута, основанная в 1799 году. Воспоминания, т. 1, 1810-16; Труды, 1866 *и последующие*.

Филадельфия. Академия естественных наук, основанная в 1812 году. Журнал, 1817-1842; и с 1847 г. *и далее*.

НЬЮ-ЙОРК. Лицей естественной истории, 1817; позже (1876) стал Нью-Йоркской академией наук. Летописи за 1823 год; Материалы за 1870 год.

Ситуация в чем-то схожа с независимыми научными журналами. Список имен тех, кто начал работу только для того, чтобы найти раннюю смерть, был бы очень длинным, но интересным только исторически и как свидетельство скачкообразного, но неустойчивого стремления к научному росту.

Однако, по-видимому, стоит привести здесь названия периодических изданий, охватывающих одну или несколько тем Американского журнала, который появился очень рано и большинство из которых непрерывно существовало вплоть до 1915 года. Следует добавить, что некоторые медицинские журналы, не перечисленные здесь, также имеют продолжительное существование.^[1]

Ранние научные журналы.

1771–1823. Журнал физической культуры, Париж; название менялось несколько раз.

1787–. Ботанический журнал. (Некоторое время известный как журнал Кертиса).

1789–1816. *Annales de Chimie*, Paris. Продолжался с 1817 года под названием "Анналы химии и телосложения".

1790. *Journal der Physik*, Halle (by Gren); from 1799 on became the *Annalen der Physik (und Chemie)*, Halle, Leipzig. Время от времени название несколько менялось, хотя публикация продолжалась. Часто упоминается по имени главного редактора, как Грен, Гилберт, Поггендорф, Видеманн и др.

1795–1815. Парижский "Вестник шахт" продолжался с 1816 года под названием "Анналы шахт".

1796–1815. *Bibliothèque Britannique*, Geneva. From 1816–1840, *Bibliothèque Universelle*, etc. 1846–1857, *Archives des Sci. phys. nat.* С 1858 года широко известен как Всемирная библиотека.

1797. Журнал естественной философии, химии и искусств (*Nicholson's Journal*) Лондон; объединен в 1814 году с *Philosophical Magazine* (*Tilloch's Journal*).

1798–. Философский журнал (первоначально Тиллохом). Это поглотило журнал Николсона (выше) в 1814 году; также "Анналы философии" (Томсон, Филлипс) в 1827 году и "Эдинбургский научный журнал Брюстера" в 1832 году.

1798–1803. *Allgemeines Journal der Chemie* (Scherer's Journal). 1803-1806; продолжение как *Neues Allg. J.* и др. (*Gehlen's Journal*). Позже название неоднократно менялось и, наконец (1834 г. и далее) *Journal für praktische Chemie*.

1816–18. Журнал науки и искусств, Лондон. 1819-30, *Quarterly J.* и др. 1830-31, Журнал Королевского института Великобритании.

1818. Американский журнал науки и искусств до 1880 года, когда "Искусство" было закрыто, Нью-Хейвен, Коннектикут. Первая серия, **1-50**, 1818-1845; Вторая серия, **1-50**, 1846-1870; Третья серия, **1-50**, 1871-1895; Четвертая серия, **1-45**, 1896–июнь 1918.

1818. *Flora, or Allgemeine botanische Zeitung*. Regensburg, Munich.

1820–1867. Лондонский журнал искусств и наук (после 1855 года - *Newton's Journal*).

1824–. *Annales des sciences naturelles*. Париж.

1826–. Линнея, Берлин, Галле; с 1882 года объединен с *Jahrb. d. K. botan. Gartens*.

1828–1840. Журнал естественной истории, Лондон; объединен в 1838 году с "Анналами естественной истории" и известен с 1841 года как "Анналы и журнал естественной истории".

1828–. Журнал Института Франклина, Филадельфия, с 1826 года; ранее (1825) журнал "Американская механика".

1832–. *Annalen der Chemie (und Pharmacie)* often known as *Liebig's Annalen*. Leipzig, Lemgo.

Основатель Американского научного журнала.

Учреждение научного журнала в этой стране в 1818 году было новаторским начинанием, потребовавшим от его основателя редкой энергии, мужества и уверенности в будущем. Это было необходимо не только для того, чтобы получить материал для заполнения его страниц и

деньги для продолжения предприятия, но и для того, чтобы достичь последней цели, необходимо было найти аудиторию среди тех, кто до сих пор испытывал мало интереса к естественным наукам или вообще не проявлял его. Эта великая работа была выполнена Бенджамин Силлиманом, “хранителем американской науки”, чье влияние было непревзойденным на ранних этапах развития науки в этой стране. Прежде чем подробно рассказать о первых годах существования этого журнала и о его последующей истории, уместно сказать несколько слов его основателю.

Бенджамин Силлиман, сын генерала, видного участника войны за независимость, родился в Трамбулле, штат Коннектикут, 8 августа 1779 года. Он был выпускником Йельского колледжа 1796 года выпуска. Хотя сначала он был студентом юридического факультета и был принят в коллегия адвокатов Коннектикута, в 1802 году президент Тимоти Дуайт — человек редкой широты ума — призвал его занять недавно созданную кафедру химии, минералогии (а позже и геологии) в Йельском колледже в Нью-Хейвене. Чтобы подготовиться к предстоящей ему работе, он продолжал обширные исследования дома и в Филадельфии и провел 1805 год в путешествиях и учебе в Лондоне и Эдинбурге, а также на Континенте. Его активные обязанности начались в 1806 году, и с этого времени он состоял на службе в Йельском колледже до своей отставки в 1853 году. С самого начала Силлиман добился замечательных успехов в качестве преподавателя и публичного лектора в деле пробуждения интереса к науке. Его широта знаний, энтузиазм к выбранным предметам и способность к ясному изложению в сочетании с его прекрасным присутствием и привлекательной личностью сделали его великим лидером в науке страны и обеспечили ему уникальное положение в истории ее развития.

Многое можно было бы сказать об этом человеке и его работе, но лучшая дань уважения - это дань уважения Джеймсу Дуайту Дане, произнесенная в его инаугурационной речи по случаю начала им исполнения обязанностей профессора геологии Силлимана в Йельском колледже. Это было доставлено 18 февраля 1856 года в так называемое “Здание Кабинета министров”. Дана, в частности, говорит:

Приступая к исполнению обязанностей в этом заведении, мои мысли обращаются скорее к прошлому, чем к предмету настоящего часа. Я чувствую, что это почетное место, прославленное трудами того, кто был хранителем американской науки с самого ее зарождения; кто здесь впервые открыл стране замечательные геологические записи; чьи красноречивые и искренние слова были всего лишь излиянием души, полной благородных чувств и теплых симпатий, все это придавало особое очарование его учености и делало его имя любимым и прославленным. Всего пятьдесят лет назад профессор Силлиман возглавил кафедру химических и геологических наук в этом колледже. В то время геология была едва ли известна по названию на земле, за пределами этих стен. Два года ранее, перед его турне по Европе, весь кабинет Йельского университета представлял собой полбушеля немаркированных камней. Посетив Англию, он не обнаружил даже в Лондоне ни одной государственной или частной школы для изучения геологии, а в английских университетах эта наука не имела названия. В шахты, каменоломни и утесы Англии, на утесы Шотландии и на луга Голландии он отправился в поисках знаний, и, опираясь на них, а также на учения Мюррея, Джеймсона, Холла, Хоупа и Плейфейра в Эдинбурге, профессор Силлиман вернулся, готовый к выполнению своей обязанности — хотя и великой обязанности — заложить фундамент и создать практически из ничего кафедру, ранее не признававшуюся ни в одном учебном заведении Америки.

Он начал свою работу в 1806 году. Наука была без книг — и тоже без системы, за исключением той, которую имели каждый для себя в своих концепциях немногие ее приверженцы. Это была эпоха первых зачатков геологии, когда вернерийцы и хаттонцы соревновались друг с другом.... Профессор Силлиман, находясь в Эдинбурге, стал свидетелем этой борьбы, и хотя, по его словам, его ранние пристрастия были к более мирному способу изготовления камней, вскоре они уступили место накапливающимся свидетельствам, и оба взгляда объединились в его сознании в одно гармоничное целое. Наука, развивавшаяся таким образом, росла вместе с ним и благодаря ему, ибо его собственные труды способствовали ее расширению. Каждый год был годом расширения и поступательного развития, и величие открывающихся видов находило в нем готовый и благодарный отклик....

И хотя науки и истина, таким образом, достигли здесь прогресса благодаря этим пятидесятилетним трудам, средства обучения в этом учебном заведении не менее возросли. Вместо полубушеля камней, которые когда-то отправлялись в Филадельфию за названиями, в свечном ящике вы видите над самым большим в стране хранилищем минералов, которое, если бы не профессор Силлиман, его привлекательность и его личные усилия, никогда бы не стало одним из достояний старого Йеля....

Более того, журнал American Journal of Science, которому сейчас тридцать седьмой год и семидесятый том [1856], созданный и долгое время поддерживаемый исключительно профессором Силлиманом, постоянно распространяя правду, также неизменно удостоивается почестей и является одной из лавр Йельского университета.

Мы радуемся, что, отложив учебу, он после стольких лет труда все еще не утратил бодрости духа.... Он уходит на пенсию как человек, чье право - перекладывать это бремя на других. Пусть он долго пребудет с нами, чтобы наслаждаться тем добром, которое он сделал, и подбадривать нас своим благородным и благожелательным присутствием”.

В дополнение к этим словам Даны, многое из жизненно важного в отношении Силлимана и его работы можно почерпнуть из того, что приводится на следующих страницах, цитируемых из его личных заявлений в первых томах Журнала.

Первые годы существования журнала.

Ни в каком направлении энтузиазм Силлимана в науке не привел к более прочным результатам, чем в основании и продолжении журнала. Первое предложение относительно этого предприятия было сделано Силлиману его другом, полковником Джорджем Гиббсом, у которого знаменитая коллекция минералов Гиббса была куплена Йельским колледжем в 1825 году. Силлиман говорит (25, 215, 1834):

THE
AMERICAN
JOURNAL OF SCIENCE,
MORE ESPECIALLY OF
MINERALOGY, GEOLOGY,
AND THE
OTHER BRANCHES OF NATURAL HISTORY;
INCLUDING ALSO
AGRICULTURE
AND THE
ORNAMENTAL AS WELL AS USEFUL
ARTS.

CONDUCTED BY

BENJAMIN SILLIMAN,

PROFESSOR OF CHEMISTRY, MINERALOGY, ETC. IN YALE COLLEGE, AUTHOR OF
TRAVELS IN ENGLAND, SCOTLAND, AND HOLLAND, ETC

VOL. I.....NO. I.

ENGRAVING IN THE PRESENT NO.

New apparatus for the combustion of TAR, &c. by the vapour of
water.

New-York:

PUBLISHED BY J. EASTBURN AND CO. LITERARY ROOMS, BROADWAY,
AND BY HOWE AND SPALDING, NEW-HAVEN

Abraham Paul, printer,

1818.

“Полковник . Гиббс был человеком, который первым предложил Редактору проект этого журнала, и он продвигал тему с таким рвением и с такими убедительными аргументами, что это побудило предпринять усилия в деле, которое тогда считалось весьма сомнительным. Таким образом, тема была начата в ноябре 1817 года; предложения для журнала были опубликованы в январе 1818 года, а первый номер вышел в июле того же года”.

Далее он добавляет (50, стр. iii, 1847), что записанный здесь разговор состоялся “при случайной встрече на борту парохода ”Фултон" в проливе Лонг-Айленд"". Это произошло примерно через десять лет после того, как пароход Роберта Фултона "Клермон" совершил свое первое путешествие по реке Гудзон, о котором уже упоминалось. Инцидент не лишен значения в этой связи. Палуба “Фултона” была подходящим местом для торжественного открытия предприятия, также имеющего большие результаты для страны.

В предисловии к заключительному тому Первой серии (цит. по) Силлиман добавляет следующие замечания, которые демонстрируют его природную скромность при мысли о том, что он берется за столь серьезную работу. Он говорит:

Хотя гораздо предпочтительнее было бы выбрать другого редактора, и многие причины, общественные и личные, привели к неуверенности в успехе, аргументы полковника Дж. Гиббс, чьи взгляды на предметы науки заслуживали самого уважительного рассмотрения и по праву имели большой вес, будучи настаиваемым с усердием и способностями, вызвал неохотное согласие; и соответственно, после должных консультаций со многими компетентными судьями, предложения были опубликованы в начале 1818 года, охватывая весь спектр физических наук и их приложений. Вступая в должность, редактор считал это делом всей своей жизни, и тридцатилетний опыт, которым он сейчас обладает, доказал, что его взгляды на срочность службы не были ошибочными.

План, с которого редактор начал свою работу, и строки, изложенные им в самом начале, могут быть понятны только при полном цитировании “Плана работы”, которым открывается первый номер. Представляется желательным также привести это в первоначальном виде в отношении абзацев и типографики. Здесь также воспроизведена первая страница обложки первого номера. Будет видно, что замысел молодого редактора был столь же широк, как и весь спектр науки и ее приложений, и распространялся на музыку и изобразительное искусство. Сегодня это кажется странным, но следует помнить, как мало в то время было печатных органов, открытых для авторов. Если план был необоснованно расширен, этот факт следует рассматривать не только как выражение энтузиазма редактора, еще неопытного в своей работе, но и как свидетельство того времени, когда науки все еще находились в зачаточном состоянии.

Он говорит (1, стр. v, vi):

“ПЛАН РАБОТЫ.

Этот журнал предназначен для того, чтобы охватить круг физических наук с их применением в искусстве и для любых полезных целей.

Он предназначен для хранения *оригинальных американских сообщений*; но также будет содержать случайные выдержки из иностранных журналов и уведомления о прогрессе науки в других странах. В рамках его плана принимаются

Естественная история в ее трех великих отделах минералогии, ботаники и зоологии;

Химия и натурфилософия в их различных отраслях: и математика, чистая и смешанная.

Это будет главный объект для иллюстрации естественной истории Америки, и особенно нашей минералогии и геологии.

Очевидно, что применения этих наук столь же многочисленны, как *физические искусства* и *физические потребности*; ибо нельзя назвать ни одно из этих искусств или потребностей, которые не были бы с ними связаны.

В то время как Науку будут лелеять *ради нее самой* и с должным уважением к ее собственному *присущему* достоинству, она также будет использоваться в качестве *прислужницы искусств*. Будут тщательно изучены и добросовестно применены его многочисленные применения в сельском хозяйстве, самые ранние и наиболее важные из них; в наших производствах, как механических, так и химических; и в нашей внутренней экономике.

В задачи этого журнала также входит получение сообщений о музыке, скульптуре, гравюре, живописи и в целом об изящных и свободных, а также полезных искусствах;

О военном и гражданском строительстве и искусстве навигации.



Very truly Yours
R. L. Latham

Уведомления, обзоры и анализы новых научных работ, новых изобретений и спецификаций патентов;

Биографические заметки и некрологи ученых; очерки по сравнительной анатомии и физиологии и вообще по таким другим отраслям медицины, которые зависят от научных принципов;

Метеорологические регистры и отчеты о сельскохозяйственных экспериментах: и мы бы оставили место также для разных интересных вещей, возможно, точно не включенных ни в одну из вышеперечисленных рубрик.

От людей науки и от людей, сведущих в практических искусствах, с уважением обращаются к сообщениям.

Ученым обществам предлагается время от времени использовать этот журнал в качестве средства коммуникации с общественностью.

Редактор не несет ответственности за чувства и мнения, высказанные его корреспондентами; но он будет считать допустимой вольностью вносить небольшие *словесные изменения*, если можно предположить, что ошибки возникли по неосторожности ”.

В "Рекламе", которая предшествует вышеупомянутому заявлению в первом номере, редактор несколько наивно замечает, что он “не дает себе обязательства, что все темы будут затронуты в каждом номере. Это совершенно невозможно, если только каждая статья не должна быть очень короткой и несовершенной”

Весь предмет обсуждается во всех отношениях во "Вступительных замечаниях", которыми открывается первый том. Не требуется извинений за столь пространное цитирование, поскольку только таким образом можно прояснить ситуацию, увиденную редактором в 1818 году. Далее мы получаем здесь картину интеллектуальной жизни того времени и, что не менее интересно, ума и личности писателя. С откровенной добротой, в высшей степени характерной для этого человека, как мы увидим, он полностью доверяет публике. В замечаниях, сделанных в последующих томах, которые также широко цитируются, раскрываются превратности хода предприятия, и когда успех больше не вызывал сомнений, в них слышится тихое удовлетворение, которое также было характерно и которое полностью оправдывалось обстоятельствами.

Вступительные замечания начинаются следующим образом:

Век, в который мы живем, отличается не менее энергичным и успешным развитием физических наук, чем их многочисленными важными приложениями к практическим искусствам и общим целям жизни.

В каждой просвещенной стране люди, прославленные талантом, достоинствами и знаниями, горячо участвуют в расширении границ естественных наук; и история их трудов и открытий сообщается миру главным образом через научные журналы. Таким образом, полезность таких журналов стала общеизвестной; они являются вестниками науки; они возвещают о ее трудах и достижениях; они демонстрируют ее тесную связь как с комфортом, так и с интеллектуальным и моральным совершенствованием нашего вида; и они часто обеспечивают ей завидные почести и значительные вознаграждения.

Затем упоминаются журналы, существовавшие в Англии и Франции в 1818 году, “которые долгое время пользовались высокой и заслуженной репутацией”. Затем он продолжает:

Из этих источников наша страна пожинает и еще долго будет пожинать обильный урожай информации: и если свет науки, как и дня, исходит с Востока, мы будем приветствовать лучи и того, и другого; и национальная гордость не должна побуждать нас отвергать столь богатое подношение.

Но можем ли мы ничего не сделать взамен?

В общем распространении полезной информации среди различных классов общества, в активности интеллекта и изобилии ресурсов и изобретений, порождающих высокоинтеллектуальное население, у нас нет причин уклоняться от сравнения с какой-либо страной. Но преданных сторонников науки в Соединенных Штатах сравнительно немного: их, однако, быстро становится все больше. Среди них есть люди, отличающиеся своими способностями и достижениями, и, несмотря на местные чувства, питаемые суверенитетом нашего штата, и конкурирующие претензии нескольких наших крупных городов, очевидно, существует предрасположенность к концентрации усилий, от которой мы можем надеяться на самые счастливые результаты в отношении продвижения как науки, так и репутации нашей страны.

Не желательно ли, следовательно, создать некую объединяющую точку, некий объект, достаточно интересный, чтобы его можно было развивать общими усилиями и, таким образом, стать основой устойчивого общего интереса? Для осуществления этих усилий и возбуждения такого интереса, пожалуй, нет ничего более подходящего, чем Научный журнал.

Затем говорится о ценной работе, уже проделанной различными медицинскими журналами, и особенно о первом научном периодическом издании в Соединенных Штатах, Минералогическом журнале Брюса. Это, как говорит Силлиман(1, стр. 3, 1818), хотя “и в этой стране, и в Европе было принято очень лестно”, не пережило смерти своего основателя, и появился только один том объемом в 270 страниц (1810-1813).

Силлиман продолжает:

Предполагается, что никто не усомнится в том, что журнал, посвященный науке и охватывающий сферу, достаточно обширную, чтобы привлечь к своей поддержке ведущих ученых нашей страны, крайне необходим; при искренней поддержке он будет успешным, а в случае успеха принесет огромную общественную пользу.

Даже неудача в столь благом деле (если только она не вызвана неспособностью или неверностью) не может рассматриваться как бесчестная. Это может доказать только то, что попытка была преждевременной и что наша страна еще не созрела для такого начинания, поскольку без эффективной поддержки талантами, знаниями и деньгами оно не может продолжаться долго. Ни один редактор не может надеяться на продолжение такой работы без активной помощи ученых и практиков; но, в то же время, публика имеет право ожидать, что он не пожалеет своего труда и что его работа будет в целом отмечена отпечатком его собственной руки. В этом смысле редактор с радостью признает свои обязательства перед публикой; и он будет добросовестно стремиться выполнить свое обещание.

Большинство периодических изданий нашей страны просуществовали недолго. Это также может погибнуть в зачаточном состоянии; и если и существует какая-то степень уверенности в том, что оно достигнет более зрелого возраста, то она проистекает из очевидной и внутренней важности предприятия; из того, что оно основано на постоянных и важных национальных интересах; из доказательств решительного одобрения замысла со стороны джентльменов первого ранга, полученных в ходе обширной переписки; из заверений в поддержке в виде взносов со стороны способных людей во многих частях союза; и из существования такого кризиса в делах Союза. в этой стране и во всем мире, что представляется особенно благоприятным для успеха любого мудрого и благого начинания.

Далее следует интересное обсуждение (стр. 5-8) требований различных отраслей науки и степени, в которой они и их приложения уже были разработаны, а также сфер, все еще открытых для открытий.

Вступительные замечания заканчиваются следующим образом:

Одним словом, весь круг физических наук непосредственно применим к человеческим потребностям и постоянно проливает свет на практические искусства; таким образом, он полирует общество и приносит пользу и повсюду демонстрирует как высший разум, так и гармонию и благотворность замысла Творца.

Математическая наука, как чистая, так и смешанная, никогда не перестанет быть интересной и важной для человека, пока будут существовать количественные соотношения, пока корабли будут пересекать океан, пока человек будет измерять поверхность или высоты земли, на которой он живет, или вычислять расстояния и исследовать соотношения планет и звезд; и пока *железное правление войны* будет требовать выпуска снарядов или строительства сложных оборонительных сооружений.

Заключительная часть абзаца показывает влияние, оказанное на умы редактора серьезными войнами, предшествовавшими 1818 году, тема, к которой мы снова обращались в конце этой главы.

В феврале 1822 года, после завершения работы над четвертым томом, редактор рассматривает ситуацию, которая, хотя и обнадеживает, ни в коем случае не является полностью надежной. Он говорит (предисловие к т. 4, датированное 15 февраля 1822 г.):

Прошло два с половиной года с момента публикации первого тома этого журнала и год и десять месяцев с тех пор, как Редактор взял на себя денежную ответственность....

Произведение даже еще не возместило свои расходы (мы говорим не о редакторской или коммерческой компенсации), мы подразумеваем, что оно не оплатило бумагу, печать и гравюру; владельцы первого тома получили аванс по этим счетам, а Редактор - по тому же счету в отношении совокупных расходов на три последних тома. Этот дефицит, однако, больше не увеличивается, поскольку поступления в настоящее время практически покрывают расходы на материальные ресурсы и ручной труд. Повторное раскрытие информации такого рода не вызывает благодарности и вряд ли было бы мужественным поступком, если бы общественность, которая единственная обладает властью устранить проблему, не имела права на откровенное изложение состояния дела. Однако, поскольку патронаж постепенно становится все более обширным, считается, что работа в конечном итоге будет продолжена, хотя может пройти много

времени, прежде чем она потребует чего-либо, кроме безвозмездного интеллектуального труда
....

Эти факты, включая очевидный факт, что на его страницах публикуются материалы из всех частей Союза, а иногда и из Европы, свидетельствуют о том, что работа воспринимается как национальное, а не местное начинание, и что сообщество рассматривает ее как не имеющую секционного характера. Воодушевленный таким взглядом напредмет и благосклонностью многих выдающихся людей как в стране, так и за рубежом, и поддержанный способными авторами, которым Редактор вновь выражает свою признательность, он по-прежнему будет упорствовать в надежде внести свой вклад в развитие нашей науки и искусства и в возвышение нашего национального характера.

Осенью того же года редактор завершает пятый том более уверенным тоном (25 сентября 1822 г.):

Четырехлетний судебный процесс показал, что американская общественность поддержит этот журнал. Его денежное покровительство сейчас таково, что, хотя оно и не является прибыльным, это больше не опасное предприятие. Теперь также решено, что интеллектуальных ресурсов страны достаточно для обеспечения бесперебойного поступления ценных оригинальных сообщений и что не требуется ничего, кроме настойчивости и усилий, чтобы придать этому начинанию бессрочный характер.

Решительное и единообразное выражение общественного одобрения, которое Журнал получил как дома, так и за рубежом, дает Редактору такую поддержку, что он не может колебаться в продолжении работы — и теперь он вновь выражает свою благодарность друзьям и корреспондентам издания как в Европе, так и в Соединенных Штатах, прося в то же время продолжать их дружеское влияние и усилия.

И снова в предисловии к шестому тому (1823) он более полно посвящает читателя в свои тайны и показывает, что считает это предприятие более не имеющим сомнительного успеха. Он говорит:

Завершение нового тома работы, требующей такого большого внимания, труда и ответственности, которые в наши дни неизбежно прилагаются к журналу о науке и искусстве, естественно, вызывает в душе состояние неблагодарного спокойствия и склонность, разделяя общественные чувства, сказать что-нибудь тем, кто читает такое произведение, отдавая ему небольшую долю своих денег и своего времени. Первым впечатлением редактора было, что шестой том следует отправить в мир без вступительной записки, но он поддается уже высказанному импульсу и установившимся правилам уважительной вежливости по отношению к публике, которые, по-видимому, подразумевают короткое предисловие. Теперь он почти пять лет упорствовал в предприятии, которое многие друзья, с которыми он первоначально консультировался, считали рискованным и которому многие из них пророчески отводили лишь эфемерное существование. Ему посчастливилось продолжать эту работу без (до самого недавнего времени) отдачи, адекватной его незаменимым обязанностям; —под тяжестью профессионального и личного долга; с тяжелыми колебаниями состояния здоровья и среди серьезных и повторяющихся домашних неурядиц. Мир обычно снисходителен к намекам такого рода, когда они имеют какое-либо отношение к исполнению общественного долга; и с этой точки зрения Редактор с удовлетворением добавляет, что теперь ему приходится смотреть на

огромные трудности, только оглядываясь назад и с некоторым чувством человека, который видит могущественного и поверженного врага, медленно отступающего и покидающего поле, за которое больше нет борьбы.

Этот журнал, который с самого начала был полностью снабжен оригинальными сообщениями, теперь поддерживается фактической оплатой в такой степени, что его справедливо можно считать авторитетным изданием; его покровительство регулярно растет, и мы надеемся, что он больше не оправдает таких замечаний, как некоторые из следующих, вышедших из-под пера одного из самых выдающихся ученых Европы. “Ничто не удивляет меня больше, чем небольшая поддержка, которую ваш журнал” (“которую я всегда читаю с большим интересом и которой я очень пользуюсь”) “испытывает в Америке — это, несомненно, должно быть вызвано нынешним подавленным состоянием торговли и не может долго продолжаться”.

Прошло еще шесть лет непрерывной редакторской работы, шестнадцатый том был завершен, и теперь редактор был в состоянии проанализировать всю ситуацию до 1829 года. Это предисловие (датированное 1 июля 1829 г.), которое цитируется почти полностью, нельзя не признать особенно интересным с нескольких точек зрения, не в последнюю очередь из-за того, что оно позволяет проникнуть в мысли автора. Также примечательно, что на столь раннем этапе было обнаружено, что можно оплачивать первоначальные материалы, что является привилегией, выходящей далеко за рамки возможностей сегодняшнего редактора.

Когда этот Журнал только задумывался, очень немногие верили, что он увенчается успехом.

Среди прочего, доктор Дорси написал редактору: “Я предсказываю вам короткую жизнь, хотя хотел бы, как говорят испанцы, чтобы вы прожили тысячу лет”. Работа не прожила и тысячи лет, но поскольку она пережила более сотой части этого периода, не очевидно никаких причин, по которым она не могла бы продолжать существовать. Авторы, какими бы бескорыстными и напряженными ни были их усилия, заслуживают самой горячей благодарности редактора; и они в равной степени выражают признательность многочисленным личным друзьям за их неизменную поддержку: не следует забывать и о тех подписчиках, которые, занятые обычными делами жизни, помогали своими деньгами поддерживать опасную новизну американского научного журнала. Всеобщее одобрение, достаточно решительное, чтобы поощрить усилия там, где не было никакой другой награды, поддержало редактора; но он не был невнимателен к голосу критики, независимо от того, доносились ли до него откровенные и добрые или суровые нотки. Мы не должны искать в наших друзьях полной картины наших недостатков. Неразумен тот, кто пренебрегает максимой—

—*fas est ab hoste doceri*,

и мы можем быть уверены, что те, кому доставляет удовольствие выделять недостатки в ярком свете и смелым рельефом, действуют совершенно серьезно, а достоинства отбрасывать в тень полного затмения. Однако умы, одновременно просвещенные и дружелюбные, рассматривающие и то, и другое в должных пропорциях, вынесут справедливый вердикт;

Non ego paucis offendar maculis,—

Никто не претендует на то, что этот дневник был безупречен; в нем могут быть сообщения, которые лучше было бы опустить, и нет сомнений в том, что возможность управлять интеллектуальными усилиями с помощью соответствующего денежного вознаграждения повысила бы его чистоту как научного документа и его богатство как хранилища открытий в искусстве.

Но редактор даже сейчас предлагает оплату по ставке, принятой в литературных журналах, за оригинальные сообщения, содержащие особенно важные факты, исследования и открытия в науке, а также практические изобретения в области полезных и декоративных искусств.

Поскольку, однако, его средств недостаточно, чтобы оплатить весь тираж, убедительно просим, чтобы те джентльмены, которые из других побуждений все еще желают писать для этого Журнала, продолжали поддерживать его своими сообщениями. Возможно, можно надеяться, что недалек тот период, когда всем авторам, чьи статьи будут помещены и для которых оплата будет приемлемой, может быть выплачена удовлетворительная компенсация, исходя из спонтанного выражения следующего мнения уважаемым редактором одного из наших главных литературных журналов, письмо которого сейчас передо мной. "Характер американского журнала сугубо национальный, и это единственное средство коммуникации, с помощью которого исследователь может быть уверен, что найдет наиболее интересное в широком спектре тем, которые охватывает его дизайн. Короче говоря, она отождествляется с наукой не больше, чем с литературой страны". Считается, что тщательное изучение его содержания докажет, что его характер был определенно научным; и редактору часто высказывается мнение, что как и журналы наших академий, это справочное издание, незаменимое для того, кто хотел бы изучить прогресс американской науки за период, который оно охватывает. Чтобы он не был слишком отталкивающим для широкого читателя, на его страницах время от времени появлялись разные статьи, но в меньшей пропорции, чем это принято в нескольких наиболее выдающихся британских научных журналах.

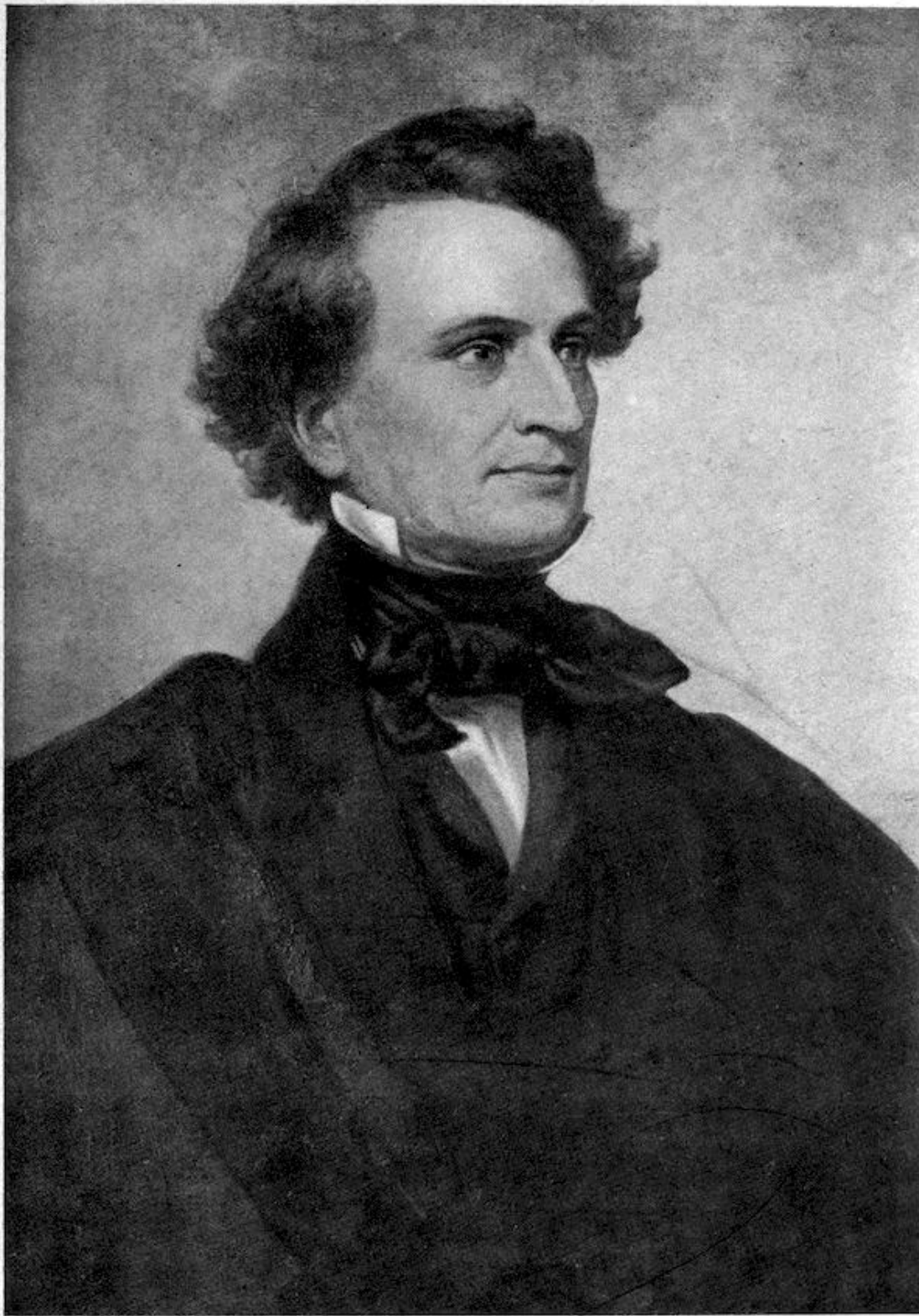
Тем не менее, к редактору часто обращались, как публично, так и в частном порядке, с просьбой сделать статью более разнообразной, чтобы она была более приемлемой для интеллигентного и хорошо образованного человека, который не занимается наукой; но он никогда не упускал из виду свою великую цель, которая заключалась в том, чтобы произвести и сконцентрировать оригинальные американские усилия в науке, и, таким образом, он упустил из виду денежные доходы, которые, следуя другим курсом, могли бы стать важными. Другие не хотели бы, чтобы он допускал что-либо, что не является строго и технически научным; и сделали бы этот журнал для простых профессоров и любителей; особенно в отношении тех многочисленных деталей естественной истории, которые, хотя и важны для регистрации (и которые, будучи представлены, всегда фиксировались в Американском журнале), никогда не могут занимать исключительно страницы любой такой работы, не вызывая отвращения у большинства читателей.

Если это верно даже в Великобритании, то в этой стране это еще более верно; и наши ученые, если только они не желают быть не только исключительными почитателями, но и единственными покупателями своих собственных трудов, должны позволить немного изящного покрова общей литературы обвиться вокруг холодных статуй науки. Редактор этого журнала, сильно наклоненные, как от убеждений и привычки, чтобы удовлетворить культиваторы науки, все равно будет делать все от него зависящее, чтобы содействовать его высокие проценты, и,

как он надеется, в лучшей форме, чем прежде; но эти почтенные люди будут иметь вежливость, приносить что-то к прочтению литературы, а также научной общественности, и не будет, мы надеемся, будет противно, если сейчас и потом *воазис* снимает глазок, и живой поток обновляет путешественник. Не будучи склонным возобновлять неудачный эксперимент, чтобы угодить всем, что так долго было известно в *fable*; редактор постарается придерживаться ровного направления своего пути; в целом он склонен быть вежливым и полезным своим попутчикам и надеется на их доброту и услуги в ответ.

Окончание Первой серии.

“Первая серия”, как ее отныне стали называть, завершалась пятидесятым томом (1847, стр. xx + 347). Этот последний том посвящен исчерпывающему указателю к сорока девяти предыдущим томам. В предисловии (датированном 19 апреля 1847 г.) старший Силлиман, ныне старший редактор, дает обзор проделанной работы с откровенным выражением своего чувства удовлетворения победой, одержанной вопреки большим препятствиям; этому должен посочувствовать каждый читатель. Он подробно цитирует здесь (но в слегка измененной форме) материал из первого тома (1818 г.), который уже воспроизведен почти полностью, а затем продолжает следующим образом (стр. *xii* далее):



James O. Dana

Таково было обещание, которое мы дали публике, приступая к нашей редакционной работе в 1818 году, и таковы были взгляды, которых мы тогда придерживались, относительно науки и искусства как связанных с интересами и честью нашей страны и человечества. Оглядываясь назад, мы осознаем трезвое, но благодарное чувство удовлетворения от того, что в меру своих сил выполнили эти обязательства, взятые на себя; это чувство смягчается также глубоким чувством благодарности, во-первых, Богу за жизнь и могущество, продолжающиеся для достижения столь высокой цели; и, во-вторых, нашей благородной группе жертвователей, чьи труды описаны в полувековых томах и за более чем четверть века лет. Нам нет нужды скрывать нашу убежденность в том, что взгляды, выраженные в этих “Вступительных замечаниях”, были полностью поддержаны нашими коллегами по работе.

Если кажется, что мы занимаем более высокое положение, чем нам подобает, мы находим свое оправдание в том факте, что мы возвещали главным образом о деяниях и славе других. Работа действительно несла на себе “отпечаток” редакторского единства замысла, и многое из того, что вышло из-под одного пера, и немало из-под перьев других, не имело названия. Материалы для свай, однако, были отобраны и привезены, в основном другими руками, и если воздвигнутый памятник окажется *“aere perennius”*, честь не является исключительной собственностью архитектора; те, кто добывал, тесал и полировал гранит и мрамор, имеют полное право на вечную запись своих имен, уже глубоко вырезанных на массивных блоках, которые сами же и изготовили.

Если ретроспективный обзор тридцатилетних трудов по этому поводу возродил некоторый энтузиазм, то это естественный результат изучения всех наших томов, из содержания которых мы пытались составить краткое описание как самих работников, так и их работ

Серия томов всегда должна представлять собой произведение, представляющее постоянный интерес, поскольку в ней отражен прогресс американской науки за тот длительный период, который она охватывает. Сравнивая 1817 год с 1847 годом, мы отмечаем в этом вопросе весьма отрадную переменную. Деятели науки в Соединенных Штатах тогда было немного — теперь их много. Общества и ассоциации с различными названиями для развития естественной истории были учреждены в очень многих наших городах, и некоторые из них были активны и эффективны в проведении оригинальных наблюдений и формировании коллекций.

Далее следует краткое изложение некоторых фактов относительно роста научных обществ и коллекций в этой стране за рассматриваемый период: Затем обсуждается разительный контраст между 1818 и 1847 годами в вопросе организованных усилий по научным исследованиям (стр. *xvii* далее.):

Когда мы начинали наш журнал, ни один из штатов не был обследован с точки зрения его геологии и естественной истории; сейчас тех, кто не был исследован, немного. Государственные коллекции и музей Соединенных Штатов представляют множество соблазнов для юного натуралиста, а также для археолога и исследователя его собственной расы. Недавняя исследовательская экспедиция [Уилкса] с Национальным институтом обогатила столицу сокровищами, равных которым нет ни в одной стране, а недавно организованный в Вашингтоне Смитсоновский институт вот-вот начнет свою работу по увеличению и распространению знаний среди людей.

Не следует забывать, что Американская ассоциация геологов и натуралистов, состоящая из людей, собранных из совершенно разных частей Союза, благодаря проведенным семи сессиям и богатому объему докладов добилась концентрации согласованности усилий, которые обещают хорошие результаты, тем более что, подобно Британской ассоциации, она ежегодно посещает разные города.

Астрономия теперь поднимает свои исследовательские трубки из обсерваторий многих наших учреждений. Даже Огайо, который на памяти старейших из ныне живущих людей нес свои темные воды через бесконечные леса или был обагрён кровью в результате кровопролитных войн с индейцами, теперь видит на одном из своих красивейших холмов, недалеко от своего великолепного города, постоянную обсерваторию с великолепным телескопом, обозревающим небеса, созданную рукой ревностного и одаренного наблюдателя. В Вашингтоне также, под могущественным покровительством правительства штата, была создана превосходная обсерватория, оснащенная превосходными инструментами, под руководством бдительного и хорошо обученного астронома, которому помогают способные и ревностные помощники.

Здесь также (в Йельском колледже) были проведены успешные наблюдения с использованием хороших инструментов, хотя для Обсерватории не было возведено постоянного здания.

Мы приводим лишь отдельные примеры в качестве иллюстрации, поскольку история прогресса науки в Соединенных Штатах и институтов, занимающихся ее продвижением, на протяжении жизни нынешнего поколения потребовала бы целого тома. Для нашей цели достаточно того, что науку понимают и ценят, известны правильные методы ее применения, и близится время, когда ее моральная и интеллектуальная польза будет столь же очевидна, как и ее физическое применение. Не следует также забывать, что мы пробудили интерес европейцев к нашим исследованиям: общая наука была проиллюстрирована сокровищами фактов, почерпнутых в этой стране, и наши открытия охотно разыскиваются и публикуются за границей.

Хотя вместе с нашими коллегами во многих частях нашей обширной страны мы радуемся этим благоприятным переменам, мы далеки от того, чтобы приписывать их себе. Многократный труд многих рук привел к великим результатам. На том месте, которое мы заняли, мы выстояли, несмотря на все разочарования, и можем вместе с нашими многочисленными помощниками претендовать на некоторую долю почестей этого дня. Мы не говорим, что наша работа не могла быть выполнена лучше, но мы можем с уверенностью заявить, что сделали все, что было в наших силах, и это то, что побудило многих других приложить усилия и занести их деяния в наши летописи. Пусть те, кто следует за нами, трудятся с таким же рвением и настойчивостью, и благое дело будет продолжать продвигаться вперед и процветать. Это причина истины — наука — это всего лишь воплощенная истина, выражающая сочувствие, и в прекрасной концепции нашего благородного Агассиса - “она выражает мысль Бога”.

Предисловие завершается некоторыми личными замечаниями:

При воспоминании об ассоциациях многих прошедших лет возникает множество мыслей, и задумчивое воспоминание о погибших, которые трудились вместе с нами, отбрасывает глубокие тени на перспективу, через которую мы смотрим на прошлое.

Ожидание часа выписки, когда придет наша повестка, придает трезвость мыслям и ограничивает уверенность, которую здоровье и постоянная способность действовать могли бы естественным образом внушить, если бы нас почти каждый день не упрекали в смерти какого-

нибудь соученика, коллеги по работе, компаньона, друга или покровителя. Этот самый час омрачен таким событием, но мы будем продолжать трудиться и стремиться к тому, чтобы нас застали на нашем посту, пока нам больше нечего будет делать; доверяя наши надежды на будущую жизнь в руках Того, Кто поместил нас посреди великолепного убранства этого низшего мира и кто не менее обильно позаботился о другом, лучшем.

Редакторская и финансовая.—Редакторская работа над журналом осуществлялась старшим Силлиманом в одиночку в течение двадцати лет, с 1818 по 1838 год. Как было ясно показано в его заявлениях, которые уже цитировались, после первого начала он нес личную ответственность также за финансовую сторону предприятия. В томе **34** (1838) имя Бенджамина Силлимана-младшего добавлено в качестве соредактора на титульном листе. Годом ранее он окончил Йельский колледж, и на тот момент ему был всего двадцать один год. Его помощь, несомненно, принесла много пользы с самого начала и быстро росла с годами и опытом. Силлиман-старший представляет его в предисловии к т. **34** (1838) и снова возвращается к этой теме в предисловии к т. **50** (1847). Вся редакционная ситуация здесь представлена следующим образом:

“В течение двадцати лет с момента основания этого журнала редактор работал в одиночку, хотя предложения о редакционном сотрудничестве были сделаны ему джентльменами, пользующимися его доверием и уважением, и которые лично были бы очень приемлемы. Однако он придерживался мнения, что единство цели и действий, столь необходимых для успеха подобной работы, лучше всего обеспечивается индивидуальностью; но он приложил все усилия, и не без успеха, чтобы заручиться доброй волей и заручиться помощью джентльменов, выдающихся в определенных областях знания. На титульном листе № 1, том **34**, опубликованный в июле 1838 г., введено новое имя: человек, которому он принадлежит, в течение нескольких лет был более или менее вовлечен в управление журналом, и по своему образованию, положению, занятиям и вкусу, а также по родству, будучи почти отождествленным с редактором, он казался вполне естественным союзником, и его принятие в редакцию едва ли было нарушением индивидуального единства. Его помощь оказалась очень важной: — его близкое родство со старшим редактором не позволяет ему сказать больше, в то время как справедливость не позволяет ему говорить меньше”.

Как ясно указано в предыдущем абзаце, Силлиману-старшему посчастливилось заручиться помощью в своих редакторских трудах многочисленных джентльменов, заинтересованных в этом предприятии. Их сотрудничество обеспечило множество научных заметок, рецензий на книги и тому подобного, содержащихся в Сборнике, которым заканчивался каждый номер. На данный момент невозможно воздать должное помощникам Силлимана или даже упомянуть их по имени. Очень рано Эйса Грей был одним из них, поскольку случайные заметки подписаны его инициалами. Другим был доктор Леви Айвз из Нью-Хейвена. Профессор Дж. Гриском из Парижа также прислал многочисленные материалы еще в 1825 году (см. **9**, 154, 1825; **22**, 192, 1832; **24**, 342, 1833 и другие).

Из первых томов уже приводились некоторые утверждения относительно коммерческой части предприятия Силлимана. Более полно эта тема рассматривается в предисловии к тому **50** (1847). Никто не может не восхищаться энергией и оптимизмом, необходимыми для продвижения Журнала вперед, когда условия, должно быть, были такими трудными, а поддержка такой скудной. Он говорит (стр. iii, iv):

Этот журнал впервые появился в июле 1818 года, а в июне 1819 года был завершен первый том из четырех номеров и 448 страниц. Этот масштаб публикации, первоначально считавшийся достаточным, был признан недостаточным для получения всех сообщений, и поскольку поступлений оказалось недостаточно для покрытия расходов, от работы, имевшей всего триста пятьдесят подписчиков, в конце года издатели отказались.

Убыточное предприятие, не привлекательное для торговли, прошло десять месяцев, прежде чем другое соглашение могло быть введено в действие, и, следовательно, № 1 из т. 2 был опубликован только в апреле 1820 года. Новое соглашение предусматривало взаимную ответственность за расходы, но Редактор, тем не менее, был вынужден заложить свой личный кредит, чтобы получить в банке средства, необходимые для начала новой работы, и от этой ответственности его в течение ряда лет редко освобождали. Поскольку одного тома в год было сочтено недостаточным для публикации сообщений, впоследствии публиковалось по два тома в год, начиная со второго тома.

Издателями, имена которых указаны на титульном листе четырех номеров первого тома, являются “Дж. Истберн и Ко., Литературные залы, Бродвей, Нью-Йорк” и “Хоу энд Сполдинг, Нью-Хейвен”. Для второго тома и тех, что следуют сразу за соответствующим заявлением: “напечатано и издано С. Конверсом [Нью-Хейвен] для Редактора”.

Силлиман добавляет (стр. iv):

По завершении тома **10**, в феврале 1826 года, работа снова оказалась в руках ее Редактора; все поступления от нее были покрыты расходами, и теперь стало необходимо выплатить крупную сумму уходящему на пенсию издателю в качестве эквивалента за его экземпляры предыдущих томов, поскольку было сочтено необходимым либо полностью контролировать работу, либо отказаться от нее. Редактор не желал думать о последнем, тем более что его воодушевляло общественное одобрение, и выдающиеся люди как внутри страны, так и за рубежом подбадривали его в работе, и он отчетливо видел, что Журнал служит не только науке и искусству, но и репутации его страны. Более того, он размышлял о том, что почти в каждом ценном предприятии для достижения успеха необходима настойчивость в усилиях. Поскольку теперь он был единственным владельцем, было заключено новое соглашение сроком на один год, по истечении которого издатели могли уйти на пенсию, а Редактор возобновить журнал, если он предпочтет такой курс.

Он выбрал последний вариант, взяв на себя все заботы, включая как деловые, так и редакторские обязанности, и, конечно, всю корреспонденцию и счета. С того времени работа продолжалась без перерыва, в течение последних двадцати лет выходило по два тома в год; и его денежные требования перестали быть обременительными, хотя его средства никогда не были большими

Позже в том же предисловии он добавляет (стр. xiv):

Нашим читателям, возможно, будет интересно узнать кое-что о покровительстве Журнала. Оно никогда не достигало тысячи платных подписчиков и редко превышало семьсот или восемьсот — в течение многих лет оно колебалось между шестьюстами и семьюстами.

Она была далека от выплаты разумного редакторского вознаграждения; часто она вообще ничего не платила и в настоящее время занимается лишь оплатой своих счетов. Количество

гравюр и дополнительные трудозатраты, связанные с составлением типографии, делают эту работу дорогостоящей, в то время как покровительство ограничено.

На данный момент трудно дать сколько-нибудь адекватное описание степени поддержки и активной помощи, оказанной Силлиману его коллегами-учеными в Нью-Хейвене и других местах — тема, о которой упоминалось ранее. Однако, к счастью, можно выразить признательность за щедрую помощь, полученную Журналом в первые дни из ближайшего источника. В другом месте уже отмечалось, что зарождение научной деятельности в Нью-Хейвене было признано основанием "Коннектикутской академии искусств и наук", официально учрежденной в Нью-Хейвене в 1799 году и ставшей третьим научным органом, организованным в этой стране. С самого начала существования Журнала в 1818 году Коннектикутская академия добровольно оказывала свою поддержку как в подготовке статей для публикации, так и, по крайней мере, один раз позже, она оказала важную финансовую помощь. По случаю празднования столетнего юбилея Академии 11 октября 1899 года профессор, впоследствии губернатор, Болдуин, президент Академии, довольно подробно обсуждает этот вопрос. Он, в частности, говорит:

Чтобы поддержать его [Силлимана] начинание, в феврале [1818 г.] было принято решение, "чтобы Комитет по публикации разрешил публиковать в Научном журнале мистера Силлимана те статьи Академии, которые они сочтут необходимыми".

Этот авторитет использовался свободно, и значительная часть содержания журнала в течение многих лет черпалась из этого источника. В некоторых случаях этот факт был отмечен в публикации;^[2] но в большинстве случаев этого не было....

В 1826 году, когда Журнал остро нуждался в финансовой поддержке, Академия также проголосовала за то, чтобы в течение года оплачивать расходы на печать тех своих статей, которые могли быть в нем опубликованы. В книге Болдуина "Анналы Йельского колледжа", опубликованной в 1831 году, она описывается как публикация, "представляющая честь для науки нашей общей страны" и имеющая "дополнительную ценность, поскольку принята в качестве признанного органа Коннектикутской академии искусств и наук".

По всей стране через платных агентов было проведено множество активных кампаний по привлечению новых подписчиков на Журнал, и, несомненно, благодаря этим усилиям номинальный подписной лист, как уже отмечалось, временами был относительно большим по сравнению с более поздним периодом. Однако новые подписчики во многих случаях не сохраняли постоянного интереса, часто не могли оплачивать свои счета, а неопределенный и меняющийся спрос на печатные экземпляры, несомненно, был одной из причин, по которой многие отдельные номера были рано изъяты из печати.

На попытки Силлимана заинтересовать публику своей работой в самом начале бросает интересный побочный свет письмо редактору от семидесятипятилетнего Томаса Джефферсона. Автор в долгу перед мистером Робертом Б. Адамом из Буффало за копию этого письма, и его интерес оправдывает то, что оно воспроизводится здесь полностью. Письмо следующее:

Монтичелло, 11.18 апреля.

Сэр

Причиной задержки моего ответа стало неудачное перемещение вашего письма от 3 марта. Хотя я, как правило, отказываюсь от подписки на периодические издания или их чтения из любви к отдыху, которую порождает возраст, все же я охотно подписываюсь на предлагаемый вами журнал из уверенности, что талант, с которым он будет издан, позволит привлечь к нему внимание среди избранного чтения, на которое единственное у меня сейчас осталось время. Будьте так добры, отправьте это по почте, и получение первого номера будет рассматриваться как объявление о том, что работа начата и деньги за подписку на год будут переведены. Примите заверения в моем глубоком уважении.

Т. Джефферсон

Профессор Силлиман.

Участники. Силлиман также приводит интересное резюме о сотрудниках Журнала и объеме их работы (т. 50, стр. xii, xiii); он говорит:

Мы обнаруживаем, что в Журнал было внесено около 600 оригинальных материалов, и мы испытываем неожиданное удовлетворение, полагая, что, вероятно, пять шестых из них все еще живы; поскольку мы не уверены, что среди погибших больше пятидесяти; возможно, еще о пятидесяти у нас нет информации, и если это дополнительное число должно быть включено в число "стеллигеров", у нас все еще остается 500. Среди них немало ветеранов, с которыми мы начинали нашу карьеру, и некоторые из них до сих пор активно участвуют в работе. Должны ли мы тогда заключить, что мирное изучение знаний способствует долгой жизни? Мы думаем, что это, *при прочих равных условиях*, безусловно верно: но в данном случае можно назвать другую причину большого числа выживших. По мере того как журнал продвигался вперед, а смерть уводила его научных сотрудников, ряды пополнялись все более молодыми мужчинами и еще более молодыми мужчинами, и число добровольцев постоянно увеличивалось, так что "цветок воинства" сейчас находится в "утре" и "меридиане жизни".

Мы постоянно продвигались, подобно путешественнику от точки равноденствия к более холодным зонам, — по мере увеличения нашей широты заходили звезды и восходили новые, в то время как несколько планетарных шаров, видимых в каждой зоне, продолжали подбадривать нас на нашем пути.

Количество статей, почти исключительно оригинальных, содержащихся в Журнале, составляет около 1800, и Указатель покажет, сколько было внесено каждым человеком; мы, несомненно, включили в это число *несколько* статей, переизданных из иностранных журналов, — но мы думаем, что они с лихвой компенсируются оригинальными сообщениями без указания названия и редакционными статьями, которые обычно опускаются при перечислении.

Небольших статей и заметок в Сборнике мы не перечисляли, но их, очевидно, больше, чем обычных статей, и мы предполагаем, что их может быть не менее 2500.

От партии, будь то в политике или религии, в нашей работе нет и следа; от личностей нет никаких следов, за исключением тех, которые касаются приоритета притязаний или других прав отдельных лиц. Число этих подтверждений невелико, и мы могли бы от всей души пожелать, чтобы для них не было повода.

Общий объем статей.—В следующих главах вы найдете множество ссылок, которые проливают свет на характер и объем статей, опубликованных в журнале, особенно в первые годы его существования; однако несколько дополнительных утверждений здесь могут представлять интерес.

Одной из особенностей, которая особенно заметна, является частая публикация статей, запланированных для того, чтобы ознакомить читателей журнала со всеми подробностями на темы, к которым в противном случае они могли бы не иметь доступа. Иногда это переводы; иногда переиздания статей, которые уже появлялись в английских периодических изданиях; опять же, это исчерпывающие критические обзоры важных мемуаров или книг. Ценность этой функции в ранней истории Журнала, когда распространение научной литературы не отличалось тщательностью, характерной для последних лет, достаточно очевидна.

Также интересно отметить длинные статьи с геологическим описанием и другие, содержащие списки полезных ископаемых или ботанических местонахождений. Заслуживает внимания также попытка быть в курсе происходящих явлений, как во многих заметках о торнадо и штормах Редфилда, Лумиса и др.; о полярных сияниях в разных местах; о падающих звездах Херрика, Олмстеда и других.

Широкий спектр рассматриваемых тем вполне соответствует плану редактора, изложенному на предыдущей странице. Некоторые заметки, сделанные более или менее наугад, могут послужить иллюстрацией этого тезиса. Подробное и довольнотехническое обсуждение “Музыкального темперамента” открывается первым номером (**1**, стр. 9-35) и завершается в том же томе (стр. 176-199). Статья о “Тайне” дана Марком Хопкинсом, А.М., “покойным преподавателем Уильямс-колледжа” (**13**, 217, 1828). Есть эссе о “Цыганах” Дж. Грискома (из энциклопедического журнала *Revue*) в томе **24** (стр. 342-345, 1833), а некоторые заметки об американских цыганах добавлены в томе **26** (стр. 189, 1834). “Жезл прорицания” подробно описан в т. **11** (стр. 201-212, 1826), но без какого-либо утешения для легковверных; напротив, в последнем абзаце говорится, что “претензии прорицателей ничего не стоят и т.д.”. Длинная статья Дж. Финча о фортах Бостонской гавани появилась в 1824 году (**8**, 338-348); заключительный абзац кажется достойным цитаты:

“Много веков спустя, если внешний деспотизм или внутренняя анархия приведут к исчезновению республиканских институтов Америки, тогда эти крепости следует разрушить, потому что они будут постоянным укором народу; но до этого периода их следует сохранять как благороднейшие памятники свободы”.

Обещание включить изобразительное искусство сдерживается публикацией различных работ, таких как картины Трамбалла (**16**, 163, 1829); также серией статей “Архитектура в Соединенных Штатах” (**17**, 99, 1830; **18**, 218, 220, 1830) и другими. Совсем в другом русле находится статья Дж. У. Гиббса (**33**, 324, 1838) “Арабские слова в английском языке”. Ряд связанных лингвистических работ того же автора можно найти в других томах. Статьи по чистой математике также нередки, хотя в настоящее время они не рассматриваются как относящиеся к тематике журнала.

Прикладная наука занимает видное место во всем томе Первой серии. Интересной статьей является статья об Эли Уитни, содержащая отчет о хлопкоочистительной фабрике; к ней прилагается превосходный портрет (**21**, 201-264, 1832). Паровой двигатель и его применение неоднократно обсуждаются, и в первых томах даются краткие сведения о первых пароходах,

которые использовались; например, между Стокгольмом и Санкт-Петербургом (**2**, 347, 1820); Триестом и Венецией (**4**, 377, 1822); на швейцарских озерах (**6**, 385, 1823). Описано плавание первого атлантического парохода “Саванна”, который переправился из Саванны в Ливерпуль в 1819 году (**38**, 155, 1840); упоминается также “первая железная лодка” (**3**, 371, 1821; **5**, 396, 1822). Ряд интересных писем о “Навигации в Steam” приведен в томе. **35**, 160, 162, 332, 333, 336; некоторые предложения кажутся очень странными, если рассматривать их в свете сегодняшнего опыта.

Очень ранняя форма взрывного двигателя подробно описана Сэмюэлем Мори (**11**, 104, 1826); это статья, которая заслуживает упоминания в наши дни бензиновых двигателей. Еще более интересным является описание Чарльзом Грисволдом (**2**, 94, 1820) первой *подводной лодки*, изобретенной Дэвидом Бушнеллом и использованной в войне за независимость в августе 1776 года. Также приводится описание дирижабля, который можно справедливо рассматривать как первоначального предка Цеппелина (см. **11**, 346, 1826). Вся тема воздушной навигации подробно рассмотрена Х. Стрейтом (**25**, стр. 25, 26, 1834), и выражение его надежд на будущее заслуживает цитаты:

“Транспортировку по воздуху можно легко сделать такой же безопасной, как по воде или суше, и более дешевой и быстрой, в то время как универсальное и равномерное распространение воздуха по всем частям земли сделает воздушную навигацию предпочтительнее любой другой. Чтобы привести это в действие, нужно только немедленное обращение в достаточно большом масштабе к эксперименту; разум внес свою лепту, когда эксперимент сделает свое дело, природа не откажется одобрить все в целом. Навигация по воздуху представит творения природы во всей их прелести; торговле и распространению знаний она окажет наиболее эффективную помощь и, таким образом, может быть полезна для всей человеческой семьи”.

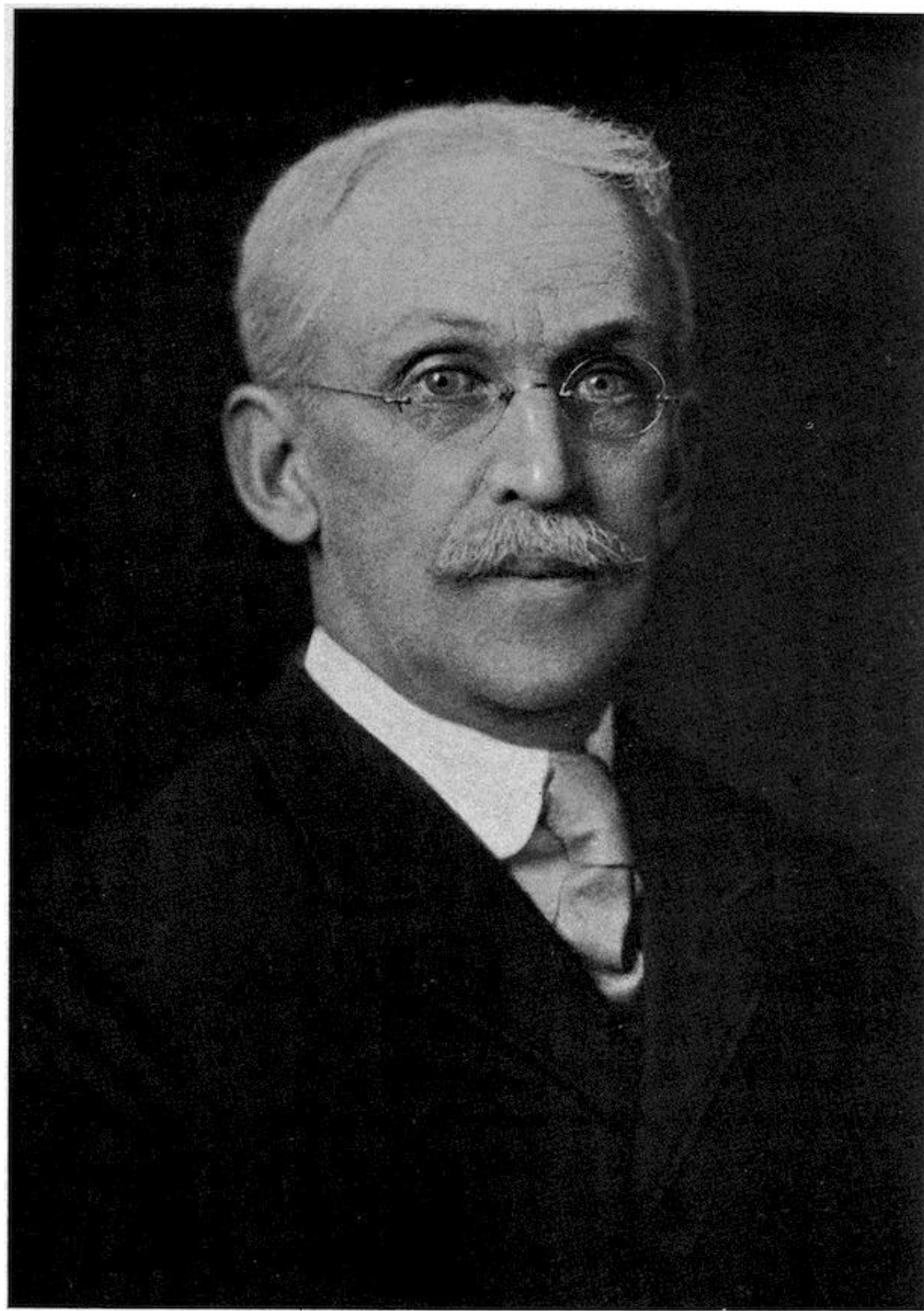
Предметом совершенно иного характера является первое обсуждение свойств хлороформа (хлорного эфира) и его использования в качестве анестетика (Гатри, **21**, 64, 405, 1832; **22**, 105, 1832; Леви Айвз, **21**, 406). Далее приводятся интересные сообщения о первых анализах желудочного сока и о роли, которую он играет в процессе пищеварения. Доктор Уильям Бомонт из Сент-Луиса воспользовался ситуацией с пациентом, у которого в результате огнестрельного ранения в желудок осталось постоянное отверстие, через которое можно было выводить желудочный сок. Результаты доктора Бомонта и профессора Робли Данглисона, которым были предоставлены образцы, полностью приведены в книге Джесси С. Майера “Жизнь Бомонта” (Сент-Луис, 1912). Интерес к этому вопросу, насколько это касается Журнала, заключается главным образом в том, что доктор Бомонт выбрал профессора Силлимана в качестве химика, которому также были представлены образцы для исследования. Отчет о результатах Силлимана приведен в упомянутом томе Бомонта (см. Также **26**, 193, 1834). Желая заручиться поддержкой химика с большим опытом в области органического анализа, он также отправил образец через шведского консула Берцелиусу в Стокгольм. Через несколько месяцев образец был получен, и интересно отметить, что он был совершенно свежим; однако следует сожалеть, что шведский химик не смог ничего добавить к результатам, уже полученным в этой стране (**27**, 40b, 1835).

Приведенный выше список, который можно было бы значительно расширить, по-видимому, не оставляет места для подразумеваемой критики, на которую Силлиман ответил следующим образом (**16**, стр. v, 1829):

Знаменитый ученый, в то время сам работавший редактором, посоветовал мне в письме вносить в этот журнал как можно больше “*читаемого*” материала: и довольно рано в одной филаделфийской газете была дана серьезная, но уважительная рекомендация, что Литература, в подражание лондонскому ежеквартальному журналу науки и т. Д., Должна иметь форму, указанную среди названий работ.

Вторая, Третья и Четвертая серии.

Вторая серия Журнала, как уже говорилось, началась с января 1846 года. До этого времени журнал выходил ежеквартально или двумя томами в год по два номера в каждом. С 1846 года и до завершения работы над дополнительными пятьюдесятью томами в 1871 году Журнал выходил раз в два месяца, причем каждый из двух ежегодных томов состоял из трех номеров. Кроме того, был дан общий указатель для каждого пятилетнего периода, то есть для каждых десяти томов.



Edward L. Dana

Гораздо важнее этого изменения было пополнение редакционного штата Джеймсом Дуайтом Даной, зятем Силлимана. Дана вернулся из четырехлетний круиза исследовательской экспедиции Уилкса в 1842 году; он поселился в Нью-Хейвене, женился в 1844 году, а в 1850 году был назначен Силлиманом профессором геологии в Йельском колледже. В это время он был активно занят написанием своих отчетов в три квартала для экспедиции и, следовательно, не приступал к своим активным профессиональным обязанностям в Йельском колледже до 1856 года. Часть его инаугурационной речи была процитирована на более ранней странице.

Дана уже выполнила тяжелую работу по подготовке полного указателя к Первой серии, объемом около 350 страниц, который был окончательно издан в 1847 году. С начала Второй серии он был тесно связан со своим шурином, младшим Силлиманом. Позже редакторская работа все больше и больше ложилась на него, и большую ее часть он выполнял примерно до 1890 года. Его работа, однако, несколько прерывалась в периоды плохого самочувствия. Это было особенно заметно во время годичного отсутствия в Европе в 1859-60 годах, ставшего необходимым в поисках здоровья; в эти периоды редакторская ответственность полностью лежала на младшем Силлимане. О вкладе Даны в науку в целом здесь не место говорить, и автору данной статьи не пристало подробно останавливаться на его работе для Журнала. Этот предмет в такой степени связан с историей геологии и зоологии, предметами нескольких последующих глав, что он адекватно представлен в них.

Возможно, однако, стоит указать, что в библиографии, прилагаемой к некрологу Даны (49, 329-356, 1895), перечислено около 250 названий статей в журнале; всего около 2800 страниц. Можно было бы также привести количество критических замечаний, аннотаций, обзоров книг и т.д., Если бы это того стоило, но что гораздо более важно в этой связи, чем их количество или совокупный объем, так это тот факт, что эти замечания в большом количестве случаев — как замечания Грея по ботанике — предельно критичны и оригинальны по существу. Таким образом, они выражают собственное мнение автора по множеству различных тем. Для Даны, как и для науки, было большим преимуществом то, что у него под рукой было такое оперативное средство представить общественности результаты работы своего активного мозга, который продолжал неустанно работать даже во времена упадка здоровья.

Возможно, здесь уместнее всего добавить, что по мере того, как Дана постепенно становился все менее способным нести бремя забот, связанных с редактированием журнала, в дополнение к своим более важным научным трудам, особенно с 1890 года, эта работа все больше и больше ложилась на его сына, нынешнего редактора, чье имя было добавлено в штат редакции в 1875 году, с томом 9 Третьей серии. Последний работал непрерывно до настоящего времени, за исключением отлучек по состоянию здоровья в 1893-94 и 1903 годах; в течение первого из них редакторское кресло занимал профессор Генри С. Уильямс, а во время второго — профессор Х. Э. Грегори.

Третья серия началась в 1871 году, после завершения сорокового тома с начала 1818 года. С тех пор журнал стал ежемесячным, и в этом качестве он существует и по сей день. Пятьдесят томов снова дополнили эту серию, которая закрылась в 1895 году.

Четвертая серия началась с января 1896 года, и нынешний номер за июль 1918 года является первым номером сорок шестого тома или, другими словами, — сто девяносто шестого тома всего выпуска с 1818 года. Четвертая серия, согласно созданному прецеденту, закончится 1920 годом.

Младшие редакторы.—В 1851 году была введена новая политика добавления в штат "Младших редакторов". Первым из них был доктор Уолкотт Гиббс из Кембриджа. Он приступил к своим обязанностям с одиннадцатого тома Второй серии в 1851 году и продолжал их с неослабевающей заботой и скрупулезностью более двадцати лет. В заметке, датированной 1 января 1851 г. (11, 105), он говорит:

В будущем я намерен подготовить для колонок этого журнала выдержки из наиболее важных физических и химических мемуаров, содержащихся в зарубежных научных журналах, сопровождаемые ссылками и такими критическими замечаниями, каких может потребовать случай. Материалы аналогичного характера от других лиц, конечно, не будут исключены в соответствии с этим соглашением, но я несу ответственность только за те уведомления, которые стоят над моими инициалами.

Факультеты, охваченные доктором Гиббсом в его превосходных ежемесячных материалах, охватывали химию и физику, и эти предметы изучались вместе до 1873 года, когда они были разделены и были предоставлены физические заметки, сначала Альфредом М. Майером, а затем последовательно Э. К. Пикерингом (с 1874 года), Дж. П. Куком (с 1877 года) и Джоном Трубриджем (с 1880 года). Первая часть длинной серии заметок по химии и химической физике Джорджа Ф. Баркера была напечатана в томе 50 1870 года. Сначала он приходил, чтобы время от времени подменять доктора Гиббса, но вскоре взял на себя всю ответственность. В 1877 году его имя было помещено на обложке среди младших редакторов, а два года спустя доктор Гиббс официально ушел на пенсию. Можно добавить, что с начала 1851 года и по настоящее время заметки в "Химии и физике" продолжались почти без перерыва.

Другие области науки также были полностью представлены в примечаниях, аннотациях опубликованных статей, объявлениях о книгах и т.д., приведенных в последующих номерах, но, как и в случае с химией и физикой, предмет ботаники долгое время рассматривался аналогичным формальным образом. За заметки в этом отделе Журнал на протяжении многих лет был обязан доктору Эйсе Грею, который стал помощником редактора в 1853 году, через два года после Гиббса, хотя он нередко публиковался в течение многих лет до этого. Материалы Грея публиковались с большой регулярностью и всегда были критичными и оригинальными по содержанию. Они действительно составляли одну из самых ценных особенностей журнала на протяжении многих лет; как это хорошо понимают ботаники, и, как подчеркнул профессор Гудейл в своей главе о ботанике, заметки Грея имеют жизненно важное значение в истории развития его предмета. После ухода Грея с действительной службы его коллега Джордж У. Гудейл взялся за эту работу в 1888 году, а в 1895 году Уильям Г. Фарлоу, также из Кембриджа, был назначен заместителем редактора журнала *cryptogamic botany*. Однако в это время, как и раньше, сфера охвата журнала неизбежно сузилась, и ботаника волей-неволей перестала занимать то видное место, которое она долгое время занимала на страницах журнала.

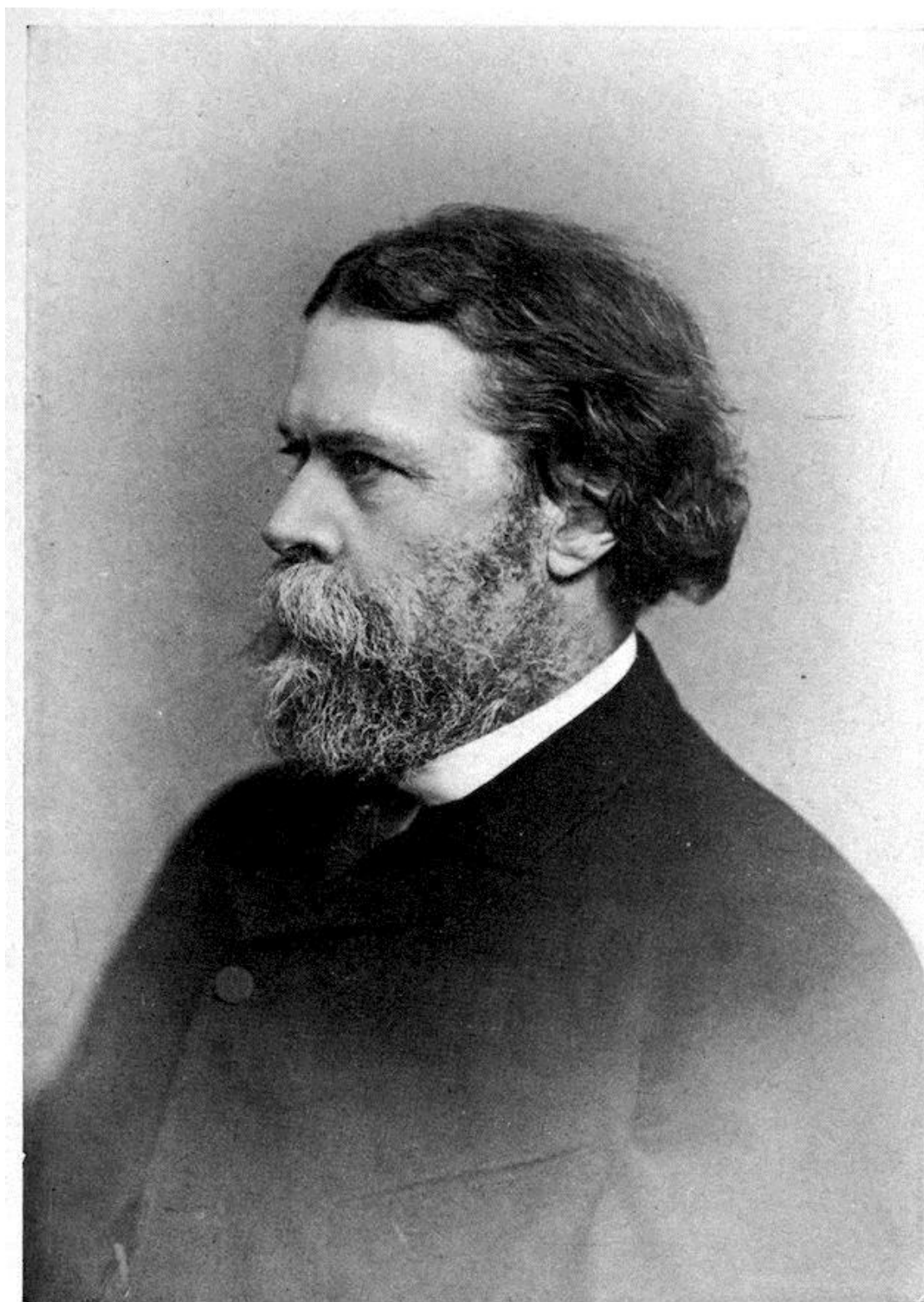
Здесь не место давать оценку поистине великолепной работе Эйсы Грея. Однако, возможно, будет уместно привлечь внимание к заметке о Грее, написанной для Журнала его другом на всю жизнь Джеймсом Д. Даной (35, 181, 1888). Вступительный абзац звучит следующим образом:

"Наш друг и единомышленник Эйса Грей, выдающийся ботаник Америки, широко мыслящий исследователь природы, закончил свою жизнь, полную непрестанной и плодотворной работы, 30 января прошлого года. В течение тридцати пяти лет он был одним из редакторов этого журнала и более пятидесяти лет - одним из его сотрудников; и во всех его сообщениях

просматривается глубокий и всегда восхищенный студент, опытный писатель, справедливый и добродушный критик и, как хорошо сказал Дарвин, "Привлекательный человек".

Третьим заместителем редактора, после Грея, был Луис Агассис, чья работа для науки, особенно в его приемном доме в этой стране, здесь не заслуживает похвалы. Срок его службы продлился с 1853 по 1866 год, и, особенно в первые годы, его вклад был многочисленным и важным. Следующим джентльменом в списке был Уолдо И. Бернетт из Бостона, который прослужил всего один год, а затем последовал за четырьмя коллегами Даны в Нью-Хейвене, о чьей щедрости и умелой помощи невозможно было бы сказать слишком много. Этими джентльменами были Браш в минералогии; Джонсон в химии, особенно в области сельского хозяйства; Ньютон в математике и астрономии, о чьем вкладе будет сказано в другом месте; и Веррилл — ученик Агассиса — в зоологии.

Все эти джентльмены, помимо своих частых и важных оригинальных статей, всегда были готовы не только дать необходимый совет, но и предоставить краткие сообщения, аннотации статей и книжные обзоры, а также иным образом помочь в работе. Веррилл, в частности, предоставил журналу длинный список оригинальных и важных статей, главным образом по систематической зоологии, простиравшийся с 1865 года почти по настоящее время. Его рефераты и рецензии на книги также были многочисленными и резкими, и не будет преувеличением сказать, что без него Журнал никогда не смог бы занять то место в зоологии, которое он так долго занимал. Гораздо позже список мужчин из Нью-Хейвена был расширен за счет добавления Генри С. Уильямса (1894) и О. К. Марша (1895).



Melcott Gibbs

О ценной работе тех, кто более или менее тесно связан с ведением Журнала в настоящее время, было бы неуместно говорить подробно. Достаточно сказать, что услуги, оказанные ими добровольно, были неоценимы, и их помощи во многом обязан успех Журнала, особенно с тех пор, как в 1896 году началась четвертая серия. Но даже этого заявления недостаточно, поскольку главному редактору оказали щедрую помощь другие джентльмены, чьи имена не были помещены на титульном листе, но которые также сыграли важную роль в ведении Журнала. Эта политика, действительно, возникла не недавно. В самом начале Первой серии профессор Гриском из Парижа, как уже отмечалось, представил заметки об интересных научных открытиях за рубежом. Другие джентльмены время от времени выступали в том же качестве. Наиболее выдающимся из них был профессор Джером Никлес из Нанси, Франция, который регулярно публиковал серию ценных заметок по различным предметам, в основном из иностранных источников, в период с 1852 по 1869 год. В последний день он безвременно скончался в своей лаборатории в связи с экспериментами с плавиковой кислотой (47, 434, 1869).

Далее можно добавить, что одной из поразительных особенностей Журнала, особенно в первые полвека его существования, является личный характер многих его материалов, которые очень часто были представлены в форме писем, адресованных Бенджамину Силлиману или Дж. Д. Дане. Возможно, это лишь еще одно отражение того, в какой степени рост журнала был сосредоточен вокруг этих двух мужчин, чьи широкие знакомства и широкая научная репутация сделали журнал естественным местом для записи новых и интересных открытий в науке.

В следующем списке приведены имена и даты службы, указанные на титульных листах журнала, джентльменов, официально назначенных младшими редакторами:

Уолкотт Гиббс	(2)	11, 1851	Для	(3)	18, 1879
Эйса Грей	„	15, 1853	„	„	34, 1887
Луис Агассис	„	16, 1853	„	(2)	41, 1866
Уолдо И. Бернетт	„	16, 1853	„	„	17, 1853
Джордж Дж. Браш	„	, 1863	„	(3)	18, 1879
Сэмюэл У. Джонсон	„	35, 1863	„	„	18, 1879
Хьюберт А. Ньютон	(2)	38, 1864	Для	(4)	1, 1896
Эддисон Э. Веррилл	„	47, 1869			
Альфред М. Майер	(3)	5, 1873	Для	(3)	6, 1873
Эдвард К. Пикеринг	„	7, 1874	„	„	13, 1877
Джордж Ф. Баркер	„	14, 1877	„	(4)	29, 1910
Джосайя П. Кук	„	14, 1877	„	(3)	47, 1894
Джон Троубридж	(3)	19, 1880 г.			
Джордж У. Гудейл	„	35, 1888 г.			
Генри С. Уильямс	„	47, 1894			Генри П. Боудич
„	49, 1895 г.	49, 1895	Для	(4)	8, 1899
Уильям Г. Фарлоу	„	49, 1895			
Отниэль К. Марш	„	49, 1895	Для	(4)	6, 1899

Генри А. Роуленд	(4)	1, 1896	„	„	10, 1900
Джозеф С. Диллер	„	1, 1896			
Луис В. Пирссон	„	7, 1899 г.			
Уильям М. Дэвис	„	9, 1900 г.			
Джозеф С. Эймс	„	12, 1901 г.			
Гораций Л. Уэллс	„	18 декабря 1904 г.			
Герберт Э. Грегори	„	18 декабря 1904 г.			
Гораций С. Uhler	„	33, 1912			

Настоящие и будущие условия.

Сфера деятельности “Американского журнала науки и искусств”, какой ее видел его основатель в 1818 году и какой он представил ее в первом номере, полностью процитированном на предыдущей странице, была столь же широка, как и вся сфера самой науки. Таким образом, она включала в себя все разделы как чистой, так и прикладной науки и распространялась даже на музыку и изобразительное искусство. Однако с годами практическое применение науки значительно расширилось, появились технические журналы, и необходимость в развитии этой постоянно расширяющейся области уменьшилась. Однако только в январе 1880 года “Искусство” перестало быть частью названия, под которым был известен журнал.

Примерно в тот же день — или, лучше, немного раньше — началось растущее развитие научных исследований, особенно тех, которым способствовали аспирантуры наших выдающихся университетов. Полное изложение этого предмета потребовало бы много места и действительно не является необходимым, поскольку основные факты должны быть четко зафиксированы в сознании читателя. Однако совершенно справедливо, что здесь следует упомянуть большую роль, которую сыграл в этом движении Университет Джона Хопкинса (основанный в 1876 году).

В результате этого движения, которое принесло большую пользу в стимулировании роста науки в стране, время от времени появляется множество новых журналов специализированного характера. Дальнейшая локализация и специализация научных публикаций стали результатом возросшей активности научных обществ и академий во многих центрах и появления, таким образом, новых печатных органов через них, а также через определенные правительственные ведомства, Институт Карнеги, определенные университеты и музеи.

В связи с этим небезынтересен следующий список наиболее известных научных периодических изданий, выходящих в нашей стране с 1867 года:

1867– .

Американский натуралист.

1875– .

Ботанический вестник; позже Ботанический вестник.

1879–1913.

Американский химический журнал.

1880–1915.

Горная школа ежеквартально.

1883– .

Наука.

1885– .

Журнал наследственности.

1887– .

Морфологический журнал.

1887–1908.

Технологический ежеквартальный журнал.

1888–1905.

Американский геолог.

1891– .

Журнал сравнительной неврологии.

1893– .

Геологический журнал.

1893– .

Физический обзор.

1895– .

Астрофизический журнал.

1896– .

Журнал физической химии.

1896– .

Земной магнетизм.

1897–1899.

Зоологический вестник; за ним следует

1900– .

Биологический вестник.

1901– .

Американский анатомический журнал.

1904– .

Журнал экспериментальной зоологии.

1905– .

Экономическая геология.

1906– .

Анатомическая карта.

1907– .

Журнал экономической энтомологии.

1911– .

Журнал поведения животных.

1914– .

Американский журнал ботаники.

1916– .

Генетика.

1918– .

Американский журнал физической антропологии.

Результатом всего этого движения стала необходимость мало-помалу сужать сферу деятельности общенаучного периодического издания, каким Журнал был с самого начала. Точное изменение можно было бы детально изучить, сведя в таблицу тематическое содержание последовательных томов, десятилетие за десятилетием, начиная с 1870 года. Однако здесь достаточно признать общий факт, что, хотя количество оригинальных статей, опубликованных в периодических изданиях этой страны, например, в 1910 году, было во много раз больше, чем в 1825 году, большая их часть, естественно, нашла свое пристанище в периодических изданиях, посвященных специальной теме, рассматриваемой в каждом конкретном случае. Следует ожидать, что это движение продолжится, хотя и в меньшей степени теперь, когда непосредственный спрос в определенной степени удовлетворен. В то же время никогда в прошлом не казалось разумным формально ограничивать страницы журнала какой-либо одной группой тем. Будущее перед нами, и его проблемы будут решаться по мере их возникновения. Однако на данный момент, похоже, все еще есть место для научного ежемесячника, достаточно широкого, чтобы включать оригинальные статьи важного общего характера, даже если они специализируются на непосредственной тематике. Таким образом, казалось бы, “Журнал Силлимана” может наилучшим образом продолжать соответствовать идеалам своего уважаемого основателя, модифицированным настолько, насколько они должны соответствовать изменениям условий, вызванным столетием научных исследований и роста. Кстати, нелишне добавить, что самоокупаемое, не субсидируемое научное периодическое издание может надеяться найти большее число подписчиков среди работников науки и библиотек, если оно не будет слишком ограничено по тематике.

Последняя затронутая тема затрагивает важнейший вопрос финансовой поддержки, без которой не может существовать ни одно ежемесячное издание. Что касается перечисленных выше периодических изданий недавнего происхождения, то можно с уверенностью сказать, что та или иная форма существенной поддержки или субсидирования — часто очень щедрая — является правилом, возможно, универсальным. Такого никогда не было с American Journal. Либеральность и широкий кругозор Йельского колледжа в первые дни и развившегося из него Йельского университета никогда не подвергались сомнению. В то же время особые условия были таковы, что было желательно, чтобы ответственность за выполнение финансовых

требований несли главные редакторы. В настоящее время Йельская библиотека адекватно оплачивает определенные публикации, получаемые журналом взамен, хотя в течение многих лет они предоставлялись ей как нечто само собой разумеющееся, бесплатно. Помимо этого, ничто не приближается к субсидии.

Финансовые трудности, с которыми столкнулся Силлиман-старший, были предложены, хотя и не представлены должным образом, в различных заявлениях, цитируемых из ранних томов. Одни и те же проблемы в той или иной степени сохранялись на протяжении последних шестидесяти лет. С 1914 года они серьезно обострились по причинам, которые нет необходимости подробно описывать. До этой даты подписной лист, по причинам, главным образом связанным с разработкой специальных журналов, был намного меньше, чем количество, оцененное Силлиманом, например, в томе **50** (стр. xiv), хотя это частично компенсировалось тем, что значительное количество хорошо зарекомендовавших себя библиотек в подписном листе означало большую степень стабильности и меньшую долю некорректных аккаунтов. Однако последние четыре года Журнал, как и все подобные предприятия здесь и в других местах, был вынужден нести свою долю бремени мировой войны, выразившуюся в уменьшении поступлений и значительном увеличении расходов. Отрадно иметь возможность отметить здесь щедрость авторов или лабораторий, с которыми они были связаны, в их готовности нередко оказывать помощь, например, в оплате большей или меньшей стоимости гравюр или, в нескольких особых случаях, значительной части общей стоимости публикации. Таким образом, проблема путей и средств, постоянно стоящая перед редактором, который несет исключительную ответственность, была упрощена.

Следует также отметить, что, поскольку те, кто непосредственно заинтересован, с нетерпением ждали нынешней годовщины, они надеялись, что это событие может оказаться подходящим для учреждения "Фонда Силлимана" в память о жизни и творчестве Бенджамина Силлимана. Доход от такого фонда снял бы с Университета бремя, которое неизбежно должно лечь на него, когда ответственность за ведение журнала больше не могут нести члены семьи, включая редактора и — как в давние годы — молчаливого партнера, чья помощь в бизнесе была необходима для эффективности и экономичности предприятия. Нынешние условия не благоприятствуют такому движению, хотя кое-что уже было достигнуто в желаемом направлении. В настоящее время каждый патристично настроенный гражданин должен считать своим первым долгом пожертвовать свои сбережения, а также свой свободный доход на поддержку национального правительства в мировой борьбе за свободу, в которой оно принимает участие. Но, какими бы ни были точные условия будущего, нельзя сомневаться в том, что журнал, основанный Бенджамином Силлиманом в 1818 году, выживет и продолжит играть жизненно важную роль в поддержке и дальнейшем развитии науки.

Нынешний 1918 год застает мир в целом, а вместе с ним и мир науки, болезненно раздавленным под подавляющим весом мировой войны беспрецедентной жестокости. Четыре ужасных года, которые сейчас почти закончились, привели к ужасающему уничтожению жизни и имущества, что должно оказать печальное влияние на прогресс науки на многие годы вперед. Только в определенных ограниченных областях стимулирующее влияние было частично компенсировано непосредственными потребностями, связанными с великим конфликтом. Сто лет назад редактор, начиная свою работу, остро думал о "правлении войны", но, к счастью, для него длительный период наполеоновских войн уже был в прошлом, как и краткий конфликт 1812 года, в котором была вовлечена эта страна и в котором сам Силлиман сыграл второстепенную

роль. Мы тоже должны верить, какими бы серьезными ни были перспективы в настоящий момент, что в недалеком будущем произойдут фундаментальные изменения; народы мира рано или поздно должны снова обратиться к мирным занятиям, а ученые разных рас должны снова стать не врагами, а братьями, занятыми общим делом улучшения человеческой жизни. Мир, которого мы ожидаем сегодня, предназначен не только для этой страны, но и для мира, который станет постоянным благословением для всего мира на грядущие века.

Примечание. Портрет, помещенный на фронтисписе этого тома, воспроизведен с таблички в томе **50** (1847). Оригинальная картина была написана Х. Уиллардом в 1835 году, когда Силлиман находился в Бостоне, читая лекции Лоуэлла; тогда ему было почти пятьдесят шесть лет. Гравюра, как он утверждает в другом месте, была сделана с этой картины для Йельского литературного журнала и опубликована в декабрьском номере за 1839 год.

Интересно процитировать замечания, которыми редактор знакомит читателя с портретом (**50**, XVIII, 1847). Он говорит:

Портрет, помещенный в предисловии к этому изданию, был выгравирован совсем с другой целью и не для завсегдаев этого журнала. Друзья, чье мнение мы привыкли уважать, предположили, что ей должно быть место здесь, поскольку она рассматривается как подлинное, хотя, возможно, и довольно строгое сходство. В урожайный на это предложение, он может быть достаточно процитировать мнение Купера на подобный случай, который отметил,— “что после того как человек на протяжении многих лет, превратил его мозгинаизнанку перед всем миром, это только для форсу, чтобы попытаться скрыть свое лицо.”

Примечания.

1. Приведенные утверждения обязательно сильно сжаты, без попытки проследить все изменения названия; более того, даты фактических публикаций академий, приведенные выше, часто указаны несколько расплывчато. Для получения более полной информации см. “Каталог научных серий Скаддера, 1633-1876”, Кембридж, 1876; также “Каталог научных и технических периодических изданий Х. Кэррингтона Болтона, 1665-1882” (Смитсоновский институт, 1885). Автор в большом долгу перед мистером К. Дж. Барром, помощником библиотекаря Библиотеки Йельского университета, за его ценную помощь в этой связи.

2. Следующая сноска сопровождает вступительную статью первого тома журнала. “Из материалов MS. papers Коннектикутской академии, опубликованных с разрешения”. Аналогичные заметки появляются в других местах. Изд.

II СТОЛЕТИЕ ГЕОЛОГИИ.—ПРОГРЕСС ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ В СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ

ЧАРЛЬЗ ШУХЕРТ

Введение.

Американский научный журнал, “одно из крупнейших изданий, оказавших влияние на американскую геологию”, основанный в 1818 году, опубликовал чуть более 92 000 страниц научных материалов. По геологии, включая минералогию, в нем, по-видимому, более 20 000 страниц. Какая обширная сокровищница геологических знаний хранится в этих 194 томах, и насколько хорошо редакторы выполнили предложенный ими “план работы”, изложенный в первом томе, где Силлиман говорит: “Он задуман как хранилище оригинальных американских сообщений” в “физических науках ... и особенно в нашей минералогии и геологии” (1, v, 1818)! Это не только старейший непрерывно издающийся научный журнал этой страны, но и зарекомендовавший себя как “возможно, самое важное геологическое периодическое издание в Америке” (Merrill). В этом памятном томе журнала невозможно адекватно представить содержание статей по геологическим наукам.

Редактор Силлиман был не только основателем журнала, но и центром подготовки геологов и продвижения геологии в период расцвета этой науки в Америке. В течение почти трех десятилетий рабочие приходили к нему за советом и помощью, и у него для всех находилось доброе отеческое слово. Это влияние также проявляется во многих письмах, которые были адресованы ему и которые он опубликовал в Журнале. Подобное влияние, отеческая забота и конструктивная критика были продолжены Джеймсом Д. Даной, особенно в его ранней карьере редактора.

Не считая минералогии, в журнале насчитывается более 1500 различных статей по геологии. Из них более 400 посвящены палеонтологии позвоночных, около 325 - палеонтологии беспозвоночных и 90 - палеоботанике. Статей, посвященных исторической геологии, насчитывается около 160, а по стратиграфической геологии - более 360. В дополнение ко всему этому, имеется более 2000 страниц геологических материалов, относящихся к книгам и письмам, направленным редакторам Силлиману и Дане. Мы можем резюмировать высказыванием доктора Меррилла в его хорошо известном труде “Вклад в историю американской геологии”:

“С самого начала своего существования геологические заметки и статьи занимали видное место на его страницах, и только ознакомление с номерами с даты выпуска до настоящего времени даст четкое представление о постепенном прогрессе американской геологии”.

Прежде чем представить краткий обзор наиболее важных шагов в развитии исторической геологии в Америке, будет полезно сделать краткий обзор подъема геологии в Европе, поскольку, в конце концов, американская геология выросла из геологии Англии, Франции и Германии. Эта зависимость была очевидна в течение первых четырех десятилетий прошлого столетия. С появлением первых топографических исследований штата Нью-Йорк (1836-1843) и Пенсильвании (1836-1844, 1858) американская геология стала более или менее независимой от

Европы. Наконец, эта статья завершится обзором развития палеометеорологии, палеогеографии, эволюции и палеонтологии беспозвоночных.

Расцвет геологии в Европе.

Геология полезных ископаемых.— Геологические науки зародились в результате изучения минералов, продолженного немецким химиком и врачом Георгом Бауэром (1494-1555), более известным как Агрикола. Бауэр положил начало критическому изучению минералов, но не отличал свои “окаменелости”, останки организмов, от неорганических кристаллических форм. Геология полезных ископаемых просуществовала до конца восемнадцатого века.

Космогонисты.— Затем появились толкователи происхождения земли, космогонисты шестнадцатого - конца восемнадцатого веков. Модой того времени было писать истории земли, созданные воображением.

Самая ранняя историческая геология.— Несмотря на то, что Джованни Ардуино (1713-1795) из Падуи не был первым, кто разделил горные породы на три серии в зависимости от их возраста, он сделал это более четко, чем кто-либо другой до него. Горные породы вокруг Вероны он сгруппировал в 1759 году на первичные, вторичные, третичные и вулканические. Эта тройная классификация вошла в общее употребление, хотя и видоизменялась со временем.

В начале девятнадцатого века стало ясно, что в каждую из трех серий были включены образования самого разного возраста. Благодаря изучению окаменелостей и признанию того факта, что горные хребты поднимались в разное время, в результате чего более молодые слои, содержащие окаменелости, приобрели черты Первичных, было замечено, что эти термины в Arduino утратили свое первоначальное значение.

Первым, кто подробно описал местную стратиграфическую последовательность, был Иоганн Готтлоб Леманн (умер в 1767 году). В 1756 году он опубликовал “одну из классик геологической литературы”, в которой четко выделил тридцать последовательных осадочных отложений, в некоторых из которых, по его словам, были окаменелости, но он не использовал их для различения слоев.

То, что Леманн сделал для пермской системы, Георг Кристиан Фюхсель (1722-1773) сделал еще лучше для триасового периода Тюрингии в 1762 и 1773 годах. Он указал не только на последовательность, но и на то, как пологие пласты покоятся на более старых перевернутых горных массивах; также на то, что некоторые образования содержат только морские окаменелости, в то время как другие имеют только наземные формы и, таким образом, указывают на близость суши. Деформированные пласты, как он думал, провалились во впадины в земле, огромные пещеры, которые также поглотили большую часть океанических вод и при этом значительно понизили уровень моря. Именно Фюхсель первым представил теорию универсальных формаций и дал определение термину “формация”, используя его так, как мы используем его сейчас, - система или период. Несмотря на то, что Леманн и Фюхсель показали, что в формировании земной коры существовал определенный порядок и процесс, их пример не имел последователей вплоть до начала восемнадцатого века.

Вернеровская геология или геогнозия.— Теперь мы переходим ко временам Абрахама Готтлоба Вернера (1749-1817), который с 1775 по 1817 год был профессором горного дела и минералогии во Фрейбергской горной академии. Гейки в своей книге “ Самые интересные основатели

геологии" говорит, что Вернер "сыграл гораздо большую роль в истории геологии, чем любой из тех, кем до настоящего времени мы занимались, — человек, обладавший огромным авторитетом в минералогии и геологии своего времени". "Хотя он оказал большую услугу точностью своих литологических характеристик и своей настойчивостью в доктрине геологической преемственности, все же в том, что касается геологической теории, будь то непосредственно благодаря его собственному учению или косвенно благодаря трудам его учеников и последователей, большая часть его влияния была катастрофической для высших интересов геологии".

Вернер разделил земную кору на ряд образований, как это было сделано ранее Леманном и Фюхселем, и одним из его фундаментальных постулатов было то, что все горные породы были химически осажжены в океане как "универсальные образования". По этой причине школу Вернера называли непунистами. Однако нигде он не объяснил, как и где исчез глубокий и первобытный океан.

Согласно Вернеру, первыми образовавшимися или древнейшими породами были химически отложившиеся примитивные слои, включая гранит и другие магматические и метаморфические породы. За ними следовали переходные породы, самые ранние отложения механического происхождения, а над ними породы Флотца - термин, обозначающий горизонтально слоистые породы. Последние, по его словам, были частично химического, но в основном механического происхождения. Последней шла аллювиальная серия.

Итальянская школа геологов указала на существование вулканов задолго до Вернера, но что касается "универсальности и мощи того, что сейчас называется магматическим действием", то все это было "отвергнуто фрейбергским оракулом". Реакции между внутренним и внешним миром нашей земли "были совершенно противоположны концепции Вернера о структуре и истории земли". Для него вулканы были "горящими горами", возникшими в результате сгорания подземных пластов угля, самопроизвольно воспламенившихся.

Разрушение вернеровских доктрин началось с двух самых выдающихся учеников Вернера, Д'Обюиссона де Вуазена (1769-1819) и Фон Буха. Первый в 1803 году признал водное происхождение базальта Вернера, но после изучения знаменитого и совсем недавнего вулканического района Оверни он отрекся от этого в 1804 году. Здесь он увидел базальтовые скалы, лежащие на граните и пронизывающие его насквозь, а местами толщиной более 1200 футов. "Если эти базальтовые породы были лавами," говорит Гейки, - то они, согласно вернеровской доктрине, должны были образоваться в результате сгорания пластов угля. Но как можно было предположить, что уголь мог существовать под гранитом, который был первым химическим осадком первобытного океана?"

Леопольд фон Бух (1774-1853), "самый выдающийся геолог, которого когда-либо выпускала Германия", после двух лет, проведенных в Норвегии, был удовлетворен "тем, что горные породы в районе Христиании не могли быть расположены в соответствии с вернеровским планом, который там полностью разрушился. Фон Бух обнаружил массив гранита, лежащий среди ископаемых известняков, которые подверглись явной метаморфизации и были пронизаны жилами гранита, порфира и сиенита". Тем не менее, он не был готов отказаться от учения своего учителя. Однако после изучения горных систем Германии "он заявил, что более высокие горы никогда не были покрыты морем, как учил Вернер, а образовались в результате последовательных разрывов и поднятий земной коры" (Гейки).

Расцвет геологии и конформизма.—Начало современной геологии положено Джеймсу Хаттону (1726-1797) из Эдинбурга, Шотландия. В 1785 и 1795 годах Хаттон опубликовал свою Теорию Земли с доказательствами и иллюстрациями. Его “бессмертная теория” - его единственная работа по геологии. “К счастью для славы Хаттона и для поступательного развития геологии, философ числил среди своих друзей знаменитого математика и натурфилософа Джона Плейфейра (1748-1819), который был тесно связан с ним в последние годы его жизни и был близко знаком с его геологическими взглядами”. В 1802 году Плейфер опубликовал свои Иллюстрации к хаттоновской теории Земли, о которой Гейки говорит: “Об этом великом классике невозможно говорить слишком высоко”, поскольку она лежит в основе всей современной геологии.

Одна из фундаментальных доктрин Хаттона заключается в том, что земля внутренне горячая и что в прошлом большие массы расплавленного материала, гранитов, проникали в земную кору. Именно эти пламенные взгляды привели к тому, что его последователей называли плутонистами. Другая из его великих доктрин заключалась в том, что “руины более раннего мира лежат под вторичными слоями” и что они разделены тем, что сейчас известно как несоответствие. Он ясно распознал утраченный интервал в нарушенной взаимосвязи структур и то, что руины, обломочные материалы одного мира за другим накладываются друг на друга в структуре земли.

Хаттон также считал, что деформация некогда горизонтально отложившихся слоев, вероятно, была вызвана в разные периоды сильными конвульсиями, которые сотрясали само основание земли. После конвульсии наблюдалась длительная эрозия, представленная несогласием. Гейки говорит: “Всю современную доктрину земной скульптуры можно найти в теории Хаттона”.

Лайелевская доктрина метаморфизма берет свое начало у Хаттона, поскольку он показал, что вторжение магматического гранита изменило, благодаря его высокой температуре и способности к расширению, первоначально залегающие под водой отложения и что сланцы Альп возникли из моря, как и другие слоистые породы.

Хаттон является отцом принципа униформизма, поскольку он “начал с великой концепции, согласно которой прошлая история нашего земного шара должна быть объяснена тем, что, как можно видеть, происходит сейчас или произошло совсем недавно. Доминирующая идея в его философии заключается в том, что настоящее - это ключ к прошлому”. Этот принцип был навязан всем геологам более позднего времени сэром Чарльзом Лайеллом и является главным краеугольным камнем современной геологии.

Принцип униформизма лежал в основе геологической интерпретации со времен Хаттона, Плейфера и Лайелла. Однако он часто применяется слишком жестко при интерпретациях, основанных на нынешних условиях, потому что в прошлом были долгие времена, когда топографические особенности земли сильно отличались от современных. На протяжении всего палеозоя и, что менее заметно, мезозоя океаны широко затопляли земли (порой более 60% от общей площади), высокогорья были незаметны, отложений было гораздо меньше, а климат во всем мире теплый и ровный. Высокогорные условия, и особенно широко формирующиеся современные континенты, лишь периодически присутствовали в палеозое, да и то в течение сравнительно коротких промежутков между периодами. Следовательно, скорости денудации, растворения, осаднения и эволюции сильно варьировались на протяжении геологических эпох. Эти различия, однако, относятся к степеням функционирования, а не к видам процессов;

но различия в степени функционирования сильно влияют на наши взгляды относительно возраста земли.

У геологического времени, по Хаттону, не было “ни намека на начало, ни перспективы конца”. Другими словами, геологическое время бесконечно. Однако он не открыл метода, с помощью которого можно было бы определить хронологию земли.

Первые важные учебники.—В 1822 году появился самый способный из опубликованных на сегодняшний день учебников и образец для большинства более поздних - "Очерки геологии Англии и Уэльса" У. Д. Конибера (1787-1857) и У. Филлипса (1775-1828). “В этом превосходном томе все, что было тогда известно о горных породах страны, от самых молодых образований до Старого Красного песчаника, было изложено настолько ясно и методично, что дало мощный импульс развитию геологии в Англии” (Гейки). На эту книгу дан подробный отзыв Эдварда Хичкока в журнале (7, 203, 1824).

Чтобы показать, насколько далеко продвинулась историческая геология в Англии до 1822 года, краткий обзор геологической колонки, представленной в этом учебнике, приведен в следующей таблице вместе с другой информацией.

Автором учебника с еще большим влиянием был Чарльз Лайель (1797-1875), чьи "Принципы геологии" появились в трех томах между 1830 и 1833 годами. Эта и другие его книги выдержали множество изданий, и его “Элементы геологии” являются, как говорит Гейки, “настойной книгой каждого английского геолога”, работающего с ископаемыми образованиями.

Расцвет геологии в Северной Америке.

Генерирующие центры.— В Америке геология зарождалась независимо в трех местах: в двух научных обществах Бостона и Филадельфии и, главным образом, в Бенджамине Силлимане из Йельского колледжа. Другими словами, мы можем сказать, что геология в Америке берет свое начало у следующих пионеров и основателей: сначала у Уильяма Маклюра в Филадельфии, а затем у Бенджамина Силлимана в Нью-Хейвене. Под влиянием последнего ботаник Эймос Итон стал геологом и преподавал геологию в Уильямс-колледже, а затем в школе Ренсселера в Трое, штат Нью-Йорк. Под тем же влиянием преподобный Эдвард Хичкок также стал геологом и преподавал этот предмет после 1825 года в колледже Амхерст.

Силлиман был первым, кто активно занялся преподаванием минералогии и геологии на основе коллекций образцов. Он распространил знания в популярных лекциях по всем Восточным Штатам, обучил многих студентов естественным наукам, сделав некоторых из них профессиональными преподавателями и геологами, снабдил всех журналом, в котором они могли публиковать свои исследования, организовал первое геологическое общество и через своих студентов первые официальные геологические исследования, и добрыми словами и поступками стимулировал, воспитывал и спланировал американских ученых в течение пятидесяти лет. О нем действительно было сказано, что он был “хранителем американской науки с самого ее детства”.

Американская академия в Бостоне. Вторым старейшим научным обществом, но первым, кто начал публиковать статьи на геологическую тематику, была Американская академия искусств и

наук в Бостоне, учрежденная и издающаяся с 1780 года. До момента основания этого журнала в публикациях Американской академии появилось около дюжины статей геологического характера, ни одну из которых здесь упоминать не нужно, за исключением одной работы С. Л. и Дж. Ф. Даны, озаглавленной “Очерки минералогии и геологии Бостона”, опубликованной в 1818 году. Это ранний и важный шаг в изучении одной из самых сложных геологических областей, и он также примечателен своей геологической картой, третьей по счету из появившихся, более старые принадлежат Маклюру и Хичкоку (Merrill).

Геологическая колонка 1822 г.

Настоящая американская классификация			Конибера и Филлипса 1822 г.	С. & Р. порядки	Вернеровские	Другие авторы
Психозойский или недавний			аллювиальный	Высший порядок	Новейший класс Флоэтца	Третичный класс
кайнозойский	плейстоцен		дильuviальный			
	плиоцен	неоген	Верхняя морская формация (Крэг, Бэгшотсэнд и остров Уайт)			
	миоцен		Пресноводные формации			
	Олигоцен	палеоген	Лондонская глина			
	эоцен		Пластичная глина			
мезозойский	меловой		мел	надсредний порядок	Примитивные	Примитивные
ий	команчский 1887 г.		Слои между меловой и оолитовой сериями (меловой мергель, зеленый песок, глина Уилда, железистый песок)		переходные классы и классы Флоца	промежуточные и второстепенные

	юрский 1829 г.	верхний оолитовый отдел (слои Пурбека, портлендск ий оолит, киммеридж ская глина) Средний оолитовый отдел (коралловая тряпка, Оксфордска я глина) Нижний оолитовый отдел (Сланец Корнбраш Стоунсфилд , Лесной мрамор, грейт-оолит, Земля Фуллера, нижний оолит, песок и мергель) Лиас	
	триас 1834 г.	Новый красный песчаник	
палеозой	Пермский период 1841 г.	Магнезиаль ный известняк	
	Пенсильванский 1891	Меры по добыче угля миссисипск ий 1869 г.	Средний или каменноуголь ный порядок
	.	Песок из жерновов и сланца	

		Старого красного песчаника
	девонского 1839	
	1835 силурийской	нерешенных
	ордовика 1879	Submedial и
	(=нижнесилурийские 1835)	уступает заказы
	1833 Кембрий	
Протерозой	Keweena wan	Huronian 1852
	Animikian	
	Huronian	
	Sudburian	
Archeozoic	Keewatin Coutchich ing	Лаврентьев ская 1853

Ранняя геология в Филадельфии. Старейшим научным обществом является Американское философское общество Филадельфии, основанное многогранным Бенджамином Франклином в 1769 году и публикующееся с 1771 года. Ко времени основания Журнала в 1818 году в публикациях этого общества появилось тринадцать статей геологического характера, почти все из которых были небольшими строительными камнями в восходящей геологической истории Северной Америки. Единственными фундаментальными были наблюдения Маклюра 1809 и 1817 годов. Позже в этом же городе было организовано другое научное общество, которое долгое время было самым активным в Америке. Это была Академия естественных наук, основанная в 1812 году и насчитывавшая семь членов, но только в 1817 году и после избрания Уильяма Маклюра ее первым президентом работа Академии приобрела далеко идущий характер. Здесь было создано не только общество развития естественных наук и публикации для распространения таких знаний, но, что не менее важно, первая крупная библиотека и общий музей.

Уильям Маклюр (1763-1840), которого Силлиман правильно назвал “отцом американской геологии”, родился и получил образование в Шотландии, а умер недалеко от Мехико. Лондонский купец до 1796 года, когда он уже накопил “значительное состояние”, он совершил первый короткий визит в Нью-Йорк в 1782 году. В 1796 году он снова приехал в Америку, на этот раз для того, чтобы стать гражданином этой страны и либеральным покровителем науки.

Примерно в 1803 году, оставшись в одиночку без поддержки правительства, Маклюр наиболее рьяно и эффективно интересовался американской геологией. В 1809 году он опубликовал свои Наблюдения по геологии Соединенных Штатов, поясняющие Геологическую карту. Эту работу он переработал “в еще более расширенном масштабе”, выпустив ее в 1817 году со 130 страницами текста, сопровождаемыми большой цветной геологической картой.

Силлиман, пионер-популяризатор геологии.—В 1806 году, когда Бенджамин Силлиман (1779-1864) начал активно преподавать химию и минералогию, все науки в Америке находились в очень отсталом состоянии, и науки о земле не были признаны таковыми ни в одной из наших программ колледжей. Силлиман прочитал свою первую лекцию по химии 4 апреля 1804 года. Летом того же года Йельский колледж попросил его поехать в Англию, чтобы закупить материалы для Колледжа, и теперь перед ним замаячили большие возможности для расширения своих знаний. Поскольку сам Силлиман (43, 225, 1842) рассказал интересную историю своего пребывания в Англии и Шотландии, часть ее стоит пересказать здесь.

“Приехав в Англию весной 1805 года и поселившись на шесть месяцев в Лондоне, я не нашел там ни школы, государственной или частной, для изучения геологии, ни ассоциации для развития этой науки, которая даже не имела названия в английских университетах”. В области геологии “Эдинбург в то время намного опережал Лондон.... Проф. Джеймсон, недавно вернувшийся из школы Вернера, полностью ознакомленный с доктринами своего выдающегося учителя, был горячо занят их поддержанием, а его красноречивый и проникательный друг, покойный доктор Джон Мюррей, был мощным помощником в том же деле; оба этих философа упорно отстаивали превосходство водной стихии над магматической в геологических явлениях нашей планеты.

С другой стороны, ученики и друзья доктора Хаттона были не менее активны. Он умер в 1797 году, и его мантия перешла к сэру Джеймсу Холлу, который вместе с проф. Плейфер и профессор. Томас Хоуп, поддерживаемый *signal ability*, магматической теорией Хаттона. Юноше и новичку не пристало выходить на арену геологического турнира, где сражались такиемогушественные чемпионы; но было очень интересно наблюдать за боем, хорошо выдержанным с обеих сторон и затянувшимся, без решающего исхода, в ничью....

Конфликты соперничающих школ Эдинбурга — непунистов и вулканистов, вернерианцев и хаттонианцев поддерживались с большим рвением, энергией, талантом и наукой; они действительно были слишком явно отмечены духом пристрастия, но именно этот дух побуждал к неустанной деятельности по открытию, систематизации и критике фактов геологии. Это был переходный период между эпохой геологических гипотез и мечтаний, которая прошла, и эпохой строгой философской индукции, в которой обучаются геологи наших дней....

Я был прилежным и восхищенным слушателем дискуссий обеих школ. И все же, как мне показалось, огненные философы предполагали относительно внутреннего тепла больше, чем было доказано. В воображении мы погружались в огненный Флегетон, и я был рад найти облегчение в холодной ванне вернерского океана, где мои пристрастия склоняли меня задержаться”.

*Ученики Силлимана и их публикации.*Первым учеником Силлимана, который выбрал геологию в качестве профессии, был Денисон Олмстед (1791-1859), педагог, химик и геолог, окончивший Йельский университет в 1813 году. Четыре года спустя он прошел специальную подготовку у Силлимана по минералогии и геологии, и в том же году был назначен профессором химии в Университете Северной Каролины. В 1824-1825 годах Олмстед опубликовал Отчет о геологии Северной Каролины, который является первым официальным геологическим отчетом, опубликованным любым штатом Америки, “ярким и единичным примером”, согласно обзору Хичкока (14, 230, 1828), “в котором правительства любого из наших штатов предприняли тщательные действия по разработке своих минеральных ресурсов”.

Амос Итон (1776-1842), юрист, ботаник, геодезист и один из основоположников американской геологии, был выпускником Уильямс-колледжа 1799 года выпуска. Он учился у Силлимана в 1815 году, посещая его лекции по химии, геологии и минералогии. Он также имел доступ к библиотекам Силлимана и ботаника Леви Айвза, в которых большое место занимали работы по ботанике и *materia medica*, и был прилежным студентом кабинета минералов колледжа. Он устроился юристом и земельным агентом в Катскилле, штат Нью-Йорк, и здесь в 1810 году прочитал популярный курс лекций по ботанике, который, как полагают, был первой попыткой в Соединенных Штатах.

В 1818 году появилась первая заслуживающая внимания геологическая публикация Итона "Указатель к геологии Северных Штатов", учебник для занятий по геологии в Уильямстауне. Основным принципом этой книги был вернеризм, ложная доктрина, от которой Итон так и не смог освободиться. Эта книга была "написана заново" и опубликована в 1820 году.

Находясь в Олбани в 1818 году, губернатор Де Витт Клинтон попросил Итона прочитать курс лекций по химии и геологии перед членами законодательного собрания Нью-Йорка. Считается, что Итон - единственный американец, имеющий это отличие, и благодаря этому он познакомился со многими ведущими деятелями государства, заинтересовав их геологией и ее применением в сельском хозяйстве посредством изысканий. Таким образом, была посеяна идея, которая в конечном итоге должна была принести плоды в этом великом официальном труде: "Естественная история Нью-Йорка". (См. **43**, 215, 1842; и очерк жизни Итона Юманса, *Pop. Sci. Monthly*, ноябрь 1890 г.)

Эдвард Хичкок (1793-1864), преподобный, геолог штата, президент колледжа и еще один из основоположников американской геологии, был в значительной степени самоучкой. До 1825 года, когда он поступил на геологический факультет Йельского колледжа, он познакомился с Амосом Итоном, который заинтересовал его ботаникой и минералогией, а между 1815 и 1819 годами он составил списки растений и минералов, найденных в его родном городе Дирфилд, штат Массачусетс. Поэтому, изучая геологию в Йельском университете, для него было естественно также изучать минералогию и геологию у Силлимана, с которым он познакомился по крайней мере еще в 1818 году.

Хичкок, которому суждено было стать одной из самых выдающихся фигур своего времени, был назначен в 1825 году на кафедру химии и естественной истории в колледже Амхерст. Его первая работа по геологии, состоящая из пяти страниц, появилась в 1815 году. Три года спустя появилась его более важная работа по геологии и минералогии части Массачусетса, Нью-Гэмпшира и Вермонта (**1**, 105, 436, 1818). Это также примечательно своей геологической картой, следующей опубликованной после карт Маклюра 1809 и 1817 годов. В 1823 году вышла еще более масштабная работа - Очерк геологии, минералогии и пейзажа регионов, прилегающих к реке Коннектикут (**6**, 1, 200, 1823; **7**, 1, 1824). Здесь упомянутая выше карта была значительно улучшена, и обзор был одной из самых важных из старых публикаций.

Юманс в своем рассказе о Хичкоке (*Pop. Sci. Monthly*, сентябрь 1895 г.) говорит:

"Штат Массачусетс поручил ему провести геологическую съемку своей территории в 1830 году. На исследования было потрачено три года, и работа носила такой высокий характер, что другие штаты были вынуждены последовать примеру Массачусетса.... Штат Нью-Йорк обратился к нему за советом при организации изыскательских работ и последовал его предложениям,

особенно при разделении территории на четыре части, и назначил его геологом первого округа. Он взялся за работу, но после нескольких дней труда обнаружил, что, к его большому нежеланию, его неизбежно придется разлучить со своей семьей. Ему также пришла в голову идея провести более тщательный анализ своего собственного состояния; поэтому он подал в отставку и вернулся домой. Попытка восстановить Массачусетс увенчалась успехом, и он был повторно назначен для выполнения этой работы. Результаты появились в 1841 и 1844 годах”.

Оливер П. Хаббард был ассистентом Силлимана в 1831-1836 годах, а затем до 1866 года преподавал химию, минералогию и геологию в Дартмутском колледже. Джеймс Г. Персиваль окончил Йельский университет в 1815 году, а в 1835 году он и К. У. Шепард из колледжа Амхерст были назначены государственными геологами Коннектикута. Их отчет был опубликован в 1842 году.

Джеймс Дуайт Дана (1813-1895), несомненно, был самым способным из всех учеников Силлимана. Окончив Йельский университет в 1833 году, он провел пятнадцать месяцев в Военно-морском флоте Соединенных Штатов в качестве инструктора по математике, совершая круизы у берегов Франции, Италии, Греции и Турции. В 1836 году он был ассистентом Силлимана, а в 1837 году, в возрасте двадцати четырех лет, опубликовал свою широко используемую систему минералогии. Два года спустя Дана присоединился к исследовательской экспедиции Уилкса в качестве минералога, вернувшись в Америку в 1842 году; его геологические результаты этой экспедиции были опубликованы в 1849 году. В 1863 году, во время Восстания, он опубликовал свое Руководство по геологии, и, выдержав четыре издания, оно в течение сорока лет оставалось стандартным учебником для американских геологов.

Первое американское геологическое общество. Основание в 1807 году Лондонского геологического общества, родоначальника геологических обществ, несомненно, оказало стимулирующее воздействие на Силлимана, и, обладая заметными организаторскими способностями, он начал подумывать о создании американского общества такого же типа. Это он сделал примерно через год после появления Журнала, то есть в 1819 году. Американское геологическое общество, начатое в 1819 году (1, 442, 1819), было прекращено в 1830 году (17, 202, 1830). Первое заседание (6 сентября 1819 г.) и все последующие проходили в кабинете Йельского колледжа. Краткие отчеты о деятельности этого общества опубликованы в томах 1, 10, 15 и 18 журнала. Силлиман привлекал внимание на встречах, окруженный своим кабинетом минералов, и он придавал “истинно научную форму всем обсуждаемым обнаженным минералогическим темам”.

Вернеровская геология в Северной Америке.

Отец американской геологии.—Историческая геология в Америке начинается с "Наблюдений Уильяма Маклюра о геологии Соединенных Штатов", опубликованных в 1809 году. Это была первая важная оригинальная работа по геологии Северной Америки, а содержащаяся в ней цветная геологическая карта была первой картой местности к востоку от реки Миссисипи. Классификация, по сути, представляла собой систему Вернера. Все слои Прибрежной равнины, которые, как теперь известно, простираются от нижнемелового периода до недавнего, были отнесены к аллювиальным. К западу, на территории Предгорья, находились его примитивные

породы, в то время как более древние палеозойские образования Аппалачских хребтов относились к Переходным. К западу от складчатой области все было флотским, или Вторичным, или тем, что мы сейчас знаем как палеозойские осадочные отложения. Триас в районе Пьемонта и Коннектикута он назвал Старым красным песчаником, а угольные пласты внутреннего региона, по его словам, покоились на вторичном. Второе издание работы в 1817 году было значительно улучшено вместе с картой, которая также была напечатана на более правильной географической основе. (Более подробно см. Merrill, Contributions to the History of American Geology, 1906.)

Несмотря на то, что геологические карты Маклюра во многом обобщены, а принятая схема классификации очень широкая, в основном они верны, даже если они излишне подчеркивают довольно простое геологическое строение Северной Америки. Этот факт очевиден на протяжении всего описания Maclure. Кливленд также ссылается на это в своем трактате 1816 года, а Силлиман в первом томе Журнала (1, 7, 1818) говорит: “Очертания американской геологии кажутся особенно грандиозными, простыми и поучительными”. Затем все виды горных пород были разделены на четыре класса: примитивные, переходные, аллювиальные и вулканические. Здесь также интересно отметить, что в 1822 году Маклюр потерял веру в водное происхождение магматических пород и пишет о системе Вернера как о “быстро выходящей из моды” (5, 197, 1822), в то время как Хичкок сказал о том же в 1825 году (9, 146).

Работа Итона. Амос Итон, проехав 10 000 миль и завершив свой отчет о канале Эри в 1824 году, “несколько раз пересмотрел всю линию” и опубликовал в 1828 году в Журнале (14, 145) статью о геологической номенклатуре, классах горных пород и т.д. Более широкая классификация - это вернеровская классификация примитивных, переходных и средних классов. Под первыми двумя он имеет ископаемые раннепалеозойские образования, но не знает об этом, потому что он нигде не обращает внимания на детали захороненных окаменелостей, и все его Второстепенные - это то, что мы сейчас называем палеозоем. Корреляции последнего во всем ошибочны.

Затем появилась его статья 1830 года “Геологический продромус” (17, 63), в которой он говорит: “Я намереваюсь продемонстрировать ... что все геологические слои расположены в пяти аналогичных сериях; и что каждая серия состоит из трех формаций; а именно каменноугольной [имеется в виду глинистые породы], кварцевой и известняковой”. Кажется, мы видим здесь впервые выраженную идею “циклов осадконакопления”, но Итон не подчеркивает эту идею, и местоположения, приведенные для каждой “формации” “аналогичного ряда”, вне всякого сомнения демонстрируют, что у него не было осадочной последовательности. Целое - это просто нагромождение несвязанных образований, которые более или менее совпадают по своим физическим характеристикам.

“Я намерен продемонстрировать, ” говорит он далее, “ что обломочные породы Нью-Джерси, охватывающие марль, который содержит эти замечательные ископаемые остатки, являются допотопными, или подлинно третичными образованиями”. Эта корреляция была четко показана Финчем в 1824 году (7, 31), и все же оба они ошибочны в том, что не выделяют включенные меловые мергели и зеленые пески как нечто отдельное от третичных.

Более поздние работы Итона вызывают раздражение, потому что он не разделяет прогрессивных идей стратиграфической геологии, развивающихся сначала в Европе, а затем и

в Америке, особенно среди геологов Филадельфии. Поэтому следить за его работой дальше невыгодно.

Ранние американские учебники геологии.—Первый американский учебник геологии датирован Бостоном 1816 годом и называется "Элементарный трактат по минералогии и геологии", его автором является Паркер Кливленд из Боудойн-колледжа. Второе издание вышло в 1822 году. В нем также была геологическая карта Соединенных Штатов, практически копия карты Маклюра. Минералогии было посвящено 585 страниц, а геологии - 55, из которых 37 описывают горные породы и 5 - геологию Соединенных Штатов. Хронология - вернеровская. Из "геологических систем" есть две: "первичные и вторичные породы".

В 1818 году появился "Указатель геологии Северных Штатов" Эймоса Итона объемом 54 страницы, а в 1820 году вышло второе издание, "полностью написанное заново", объемом 286 страниц. Теория более позднего издания по-прежнему принадлежит Вернеру с "усовершенствованиями Кювье и Бейквелла", и все же в наши дни в ней мало что можно увидеть от гораздо лучшего английского учебника. Итон очень мало сделал для развития философской геологии в Америке. Наибольшую ценность здесь представляют его личные наблюдения в отношении местной геологии западного Массачусетса, Коннектикута, юго-западного Вермонта и восточного Нью-Йорка (1, 69, 1819; также Merrill, стр. 234).

Теперь мы переходим к наиболее полному и продвинутому из ранних учебников, использовавшихся в Америке. Это третье английское издание "Введения в геологию" Роберта Бейквелла (400 страниц, 1829) и первое американское издание "с приложением, содержащим конспект курса лекций Бенджамина Силлимана по геологии в Йельском колледже" (128 страниц.). Хорошая книга Бейквелла соответствует времени и, хотя и не столь продвинута, как "Очерки 1822 года" Конибера и Филлипса, все же гораздо лучше, чем приложение Силлимана. Последнее является общим и не касается конкретных деталей; оно по-прежнему явно вернеровское, хотя и в измененной форме. Силлиман говорит, что он "ни вернерианец, ни хаттонианец", и все же его краткое изложение на страницах со 120 по 126 ясно показывает, что он был не только вернерианцем, но и пиетистом.

Раскопки кайнозоя и мезозоя в Северной Америке.

Различение Третичного уровня. Штаты Новой Англии с их преимущественно магматическими и метаморфическими образованиями не могли обеспечить надлежащей геологической среды для развития стратиграфов и палеонтологов. Итак, в Америке мы видим расцвет таких геологов, сначала в Филадельфии, где у них был легкий доступ к горизонтальным и богатым окаменелостями слоям прибрежной равнины. Первым, кто привлек внимание, был Томас Сэй, за ним последовал Джон Финч, за ним последовали Ларднер Вануксем, Айзек Ли, Сэмюэл Г. Мортон и Т. А. Конрад. Эти люди не только изучили последовательность кайнозоя и верхней части мезозоя, но и проложили путь в палеозойских слоях.

Томас Сэй (1787-1834) в 1819 году был первым американцем, указавшим на хроногенетическую ценность окаменелостей в своей статье "Наблюдения над некоторыми видами зоофитов, раковин и т.д., в основном ископаемыми" (1, 381). Он правильно утверждает, что прогресс геологии "должен быть частично основан на знании различных родов и видов реликвий, которые представлены в различных доступных слоях земли". Сэй полностью осознает трудности в изучении окаменелостей из-за их фрагментарного характера и измененной

природы, а также то, что для их правильной интерпретации требуется знание сходных живых организмов.

Применение того, на что указал Сэй, впервые появилось в Геологическом очерке Джона Финча о третичных формациях в Америке (7, 31, 1824). Несмотря на то, что статья все еще посвящена минеральной системе и не указывает на присутствие меловых слоев среди его третичных образований, Финч также видит, что “окаменелости представляют собой медали древнего мира, по которым можно определить различные периоды”.

Финч теперь возражает против широкого злоупотребления в Америке термином “аллювиальный” и считает, что он применяется к тому, что в других странах известно как третичный. Он говорит:

“Геология добьется триумфа в Америке, когда термин ”аллювиальный” будет изгнан из ее геологических очерков или ограничен ее законной областью, и тогда будет видно, что ее третичные образования совпадают с образованиями Европы, а образования Лондона, Парижа и острова Уайт найдут родственные ассоциации в Вирджинии, Каролине, Джорджии, Флориде и Луизиане”.

Формации в том виде, в каком они у него представлены снизу вверх, следующие: (1) Железистый песок, (2) Пластичная глина, (3) Кремнистый известняк Парижского бассейна, (4) Лондонская глина, (5) Острый известняк, (6) Верхнеморская формация, (7) дилuviальная.

Однако самой грандиозной из этих ранних стратиграфических работ является работа Ларднера Вануксема (1792-1848), объемом всего в три страницы, озаглавленная “Замечания о характере и классификации некоторых горных образований Америки” (16, 254, 1829). Вануксем, осторожный человек и глубокий мыслитель, получил образование в Парижской горной школе. Джеймс Холл рассказал автору в беседе, что, пока проводилось первое исследование штата Нью-Йорк, все его участники обращались к Вануксем за советом.

В упомянутом выше документе Вануксем очень кратко указывает, что:

“Аллювиальный слой мистера Маклюра ... содержит не только хорошо охарактеризованный аллювий, но и продукты третичного и вторичного классов. В нем изобилуют прибрежные раковины, подобные раковинам Английского и Парижского бассейнов, и пелагические раковины, подобные раковинам отложений мела или позднейших вторичных отложений. Эти два вида раковин не смешиваются друг с другом; они встречаются в разном земном веществе и, особенно в южных штатах, находятся на разных уровнях. Непоследовательность или землистость массы и наше прежнее незнание истинного положения оболочек были источниками наших ошибочных взглядов ”.

Второй ошибкой старых геологов, по словам Вануксема, было распространение вторичных пород на “западную часть страны, заднюю и верхнюю части Нью-Йорка”. Они теперь называются палеозойскими. Некоторые даже пытались показать присутствие здесь юрского периода из-за существования слоев оолита. “Считалось само собой разумеющимся, что все горизонтальные породы вторичны, а поскольку породы в этих частях Соединенных Штатов расположены горизонтально, то и предполагалось, что они вторичны”. Затем он показывает на основе аналогичных ордовикских окаменелостей, что породы Трентон-Фоллс, штат Нью-Йорк, повторяются во Франкфурте в Кентукки и в Нэшвилле в Теннесси.

“Также несомненно, что существовала поднимающая или опускающая сила, или и то, и другое, но нет уверенности в том, что какая-либо или обе эти силы действовали единообразно.... Бесчисленны факты, попавшие под мое наблюдение, которые показывают ошибочность принятия склонности к характеру класса”, такого как Переходный класс страт. Затем он продолжает говорить, что во внутренних районах нашей страны так называемые вторичные породы расположены горизонтально, а в горах к востоку те же пласты имеют большой наклон. “Аналогию, или идентичность горных пород, я определяю по их ископаемым остаткам в первую очередь, и по их положению и минералогическим признакам во вторую или последнюю инстанцию”.

Похоже, что Исаак Ли (1792-1886) в своей книге "Вклад в геологию" (1833) был первым, кто перенес в Америку термины Лайелла "плиоцен", "миоцен" и "эоцен", предложенные годом ранее. Знаменитая местность Клейборн была известна Леа в 1829 году, и в цитируемой здесь работе он описывает из нее 250 видов, из которых 200 являются новыми. Горизонт соотносится с лондонской глиной и с известняком Гроссье во Франции, оба относятся к эоценовому времени (25, 413, 1834).

Тимоти А. Конрад начал писать об американском высшем образовании в 1830 году, и его наиболее важные публикации были выпущены в Филадельфии. Его статьи в Журнале начинаются с 1833 года, а последняя в Третичном издании датирована 1846 годом.

Третичная фауна и стратиграфия были модернизированы Уильямом Х. Даллом в его монументальном труде объемом 1650 страниц и 60 листов, озаглавленном “Вклад в третичную фауну Флориды” (1885-1903). Здесь описано более 3160 форм отложений Атлантического океана и Мексиканского залива, но для того, чтобы понять их связь с ископаемыми фаунами в других местах и с живым миром, автор изучил более 10 000 видов. С тех пор многие другие работники заинтересовались третичными проблемами. Много хорошей работы также проводится в Тихоокеанских штатах, где последовательность быстро развивается.

Проницательность в Восточном меловом периоде. — Последовательность мелового периода была впервые определена “активным и проницательным геологом” Сэмюэлем Г. Мортонем (1799-1851), но то, что эти породы могут присутствовать вдоль границы с Атлантикой, предположил еще в 1824 году Эдвард Хичкок (7, 216). Вануксем, как указывалось выше, указал на наличие мелового периода в 1829 году. В том же году Мортон доказал его наличие перед Филадельфийской академией естественных наук.

Между 1830 и 1835 годами Мортон опубликовал в журнале серию статей под названием “Краткий обзор органических остатков железистой песчаной формации Соединенных Штатов с геологическими замечаниями” (17, 274, и далее.). В них он описывает окаменелости мелового периода и демонстрирует, что “дилювиальные” и третичные слои атлантической границы также имеют длинную последовательность меловых образований. Во вступительной статье он пишет: “Я считаю, что мергель Нью-Джерси можно отнести к серии великих железистых песков, которые, по словам проф. Расположение Бакленда обозначено названием "зеленый песок".... На континенте эта серия называется "древний мел" ... "нижний мел" и т.д. Опять же, мергели Нью-Джерси “геологически эквивалентны тем пластам, которые в Европе расположены между белым мелом и оолитами”. Эта корреляция относится к европейскому нижнему мелу, но теперь мы знаем, что мергели относятся к верхнемеловому возрасту. Хотя Итон решительно возражал против корреляции Мортон, мы находим, что М. Дюфресной из Франции сказал: “Ваш

известняк над зеленым песком очень напоминает мне пласты Местрихта”, - корреляция, которая сохраняется по сей день (22, 94, 1832). В 1833 году Мортон объявляет, что меловой период известен по всей Атлантике и границе Мексиканского залива, а также в долине Миссисипи. “Повсюду встречаются одни и те же виды окаменелостей”, и ни один из них не известен в третичном периоде. Теперь он распределяет слои бывшего “Аллювиала” следующим образом:

Современный	аллювиальный. Диллювиальный.
Третичный	Верхний третичный (Верхний морской). Средний третичный (Лондонская глина). Нижний третичный уровень (Пластичная глина).
Вторичные	известковые слои меловой группы, или серия железистых песков (24, 128). Железистый песок

Западный меловой период.—В 1841 и 1843 годах Дж. Н. Николле объявил об открытии мелового периода в районе Скалистых гор. Из 20 видов окаменелостей, собранных им, 4, как утверждалось, встречаются на границе с Атлантикой, а из 200 форм атлантического склона только 1 был найден в Европе. Здесь мы видим особое различие между континентами и сходство между американскими районами меловых отложений (41, 181; 45, 153).

Меловой период Скалистых гор явно был разработан Ф. В. Хейденом в 1855-1888 годах и Ф. Б. Миком (1857-1876). Другими работниками в этой области были Чарльз А. Уайт (1869-1891) и Р. П. Уитфилд (1877-1889). С 1891 года Т. У. Стэнтон активно интерпретирует его стратиграфию и фауну.

Меловой период и техасские команчи.— Общие очертания мелового периода Техаса были описаны Фердинандом Ремером в 1852 году в его хорошей работе "Крайдебильдунген фон Техас", но только в 1887 году Роберт Т. Хилл показал в журнале (33, 291), что он включает две большие серии, серию Gulf, или то, что мы сейчас называем верхнемеловым периодом, и новую, серию Comanche. Это был очень важный шаг в правильном направлении. С тех пор некоторые стратиграфы считают серию команчей ценной для периода, в то время как другие называют ее нижнемеловой; остальная часть техасского мела разделена холмом на средний и Верхний мел. С другой стороны, наличие нижнемеловых слоев в штате Калифорния было доказано еще раньше, поскольку здесь в 1869 году У. М. Габб (1839-1878) и Дж. Д. Уитни (1819-1896) определили свою группу шаста, которая фаунистически полностью отличалась от команчей Техаса и южной части Великих равнин.

Юрский и триасовый периоды Запада.— В 1864 году Геологическая служба Калифорнии доказала наличие морского верхнего триаса в этом штате, и с тех пор было показано, что не только весь триас присутствует в Айдахо (где он известен с 1877 года), Орегоне, Неваде и Калифорнии, но и что верхний триас очень широко распространен позападу Северной Америки. С другой стороны, было показано, что юрские слои не присутствовали в Калифорнии до 1885 года, в то время как в районе Скалистых гор в Соединенных Штатах давно была известна неразрешенная серия "Красных пластов", расположенных между каменноугольным и меловым периодами. Это привело к возникновению “проблемы красной кровати”, историю которой

изложил К. А. Уайт в журнале (17, 214, 1879). В 1869 году Ф. В. Хейден объявил об открытии морских окаменелостей юрского периода из этой серии, и с тех пор они стали известны как фауна Сандэнса, простирающаяся от южной Юты и Колорадо до Аляски. Выше лежат пресноводные отложения, содержащие останки динозавров, с 1894 года известные как пласты Моррисона. В 1896 году О. К. Марш (1831-1899) объявил о присутствии юрских пресноводных слоев вдоль атлантического побережья (2, 433), но на сегодняшний день лишь небольшая их часть считается относящейся к возрасту Моррисона, в то время как гораздо большая часть относится к эпохе команчей или нижнему мелу. В течение последних двадцати лет было показано, что красные пласты под юрским периодом в районе Скалистых гор частично относятся к верхнетриасовому возрасту и имеют пресноводное происхождение, в то время как большая нижняя часть связана с каменноугольным периодом и состоит из солоноватых и пресноводных отложений вероятного пермского времени.

Триас Атлантических штатов. Пресноводный триас атлантических пограничных штатов был впервые упомянут Маклюром (1817), который рассматривал его как эквивалент Старого красного песчаника Европы. В этом ему последовал Хичкок в 1823 году (6, 39), последний сказал, что над ним находится “угольная формация”, что верно для Европы, но в Америке угольные пласты старше этих красных пластов, возраст которых, как теперь известно, триасовый.

Первым, кто поставил под сомнение эту корреляцию, был Александр Бронгнярт, который получил от Хичкока образцы горных пород и ископаемую рыбу, которую он ошибочно идентифицировал с пермским видом, и соответственно отнес слои к пермскому периоду (3, 220, 1821; 6, 76, стр. 9, рис. 1, 2, 1823). Проницательный профессор Финч в 1826 году заметил, что красные пласты Коннектикута, по-видимому, принадлежат “к новому или пестрому песчанику” из-за восьми различных критериев, которые он упоминает. Из них только два имеют ценность с точки зрения корреляции, их “геологического положения” и наличия костей, отличных от рыбьих. Однако в районе Коннектикута геологическое положение не может быть определено даже сегодня, а во времена Финча кости динозавров были неизвестны. Затем Финч продолжает указывать на залежи Старого Красного песчаника в Пенсильвании, но все места, на которые он ссылается, либо моложе, либо старше по времени. Здесь мы снова видим фатальность попыток установить положительные корреляции на основе литологии и цвета (10, 209, 1826). Однако в 1835 году Хичкок показал, что кости, найденные в 1820 году, принадлежали ящеру, и, соответственно, отнес слои долины Коннектикута к Новому красному песчанику - термин, который тогда охватывал как пермский, так и триасовый периоды. В 1842 году У. Б. Роджерс отнес грядки к юрскому периоду на основании растений из Вирджинии. В 1856 году У. К. Редфилд (1789-1857) из-за рыб выступил за лиас, или юрский возраст, и предложил название Ньюаркская группа для всех триасовых отложений на границе с Атлантикой. Совсем недавно, на основе растений, изученных Ньюберри, Фонтейном, Старром и Уордом, и позвоночных, описанных Маршем и Лаллом, возраст был определенно определен как верхний триас (см. Руководство Даны по геологии, 740, 1895).

Раскопки в палеозое в Северной Америке.

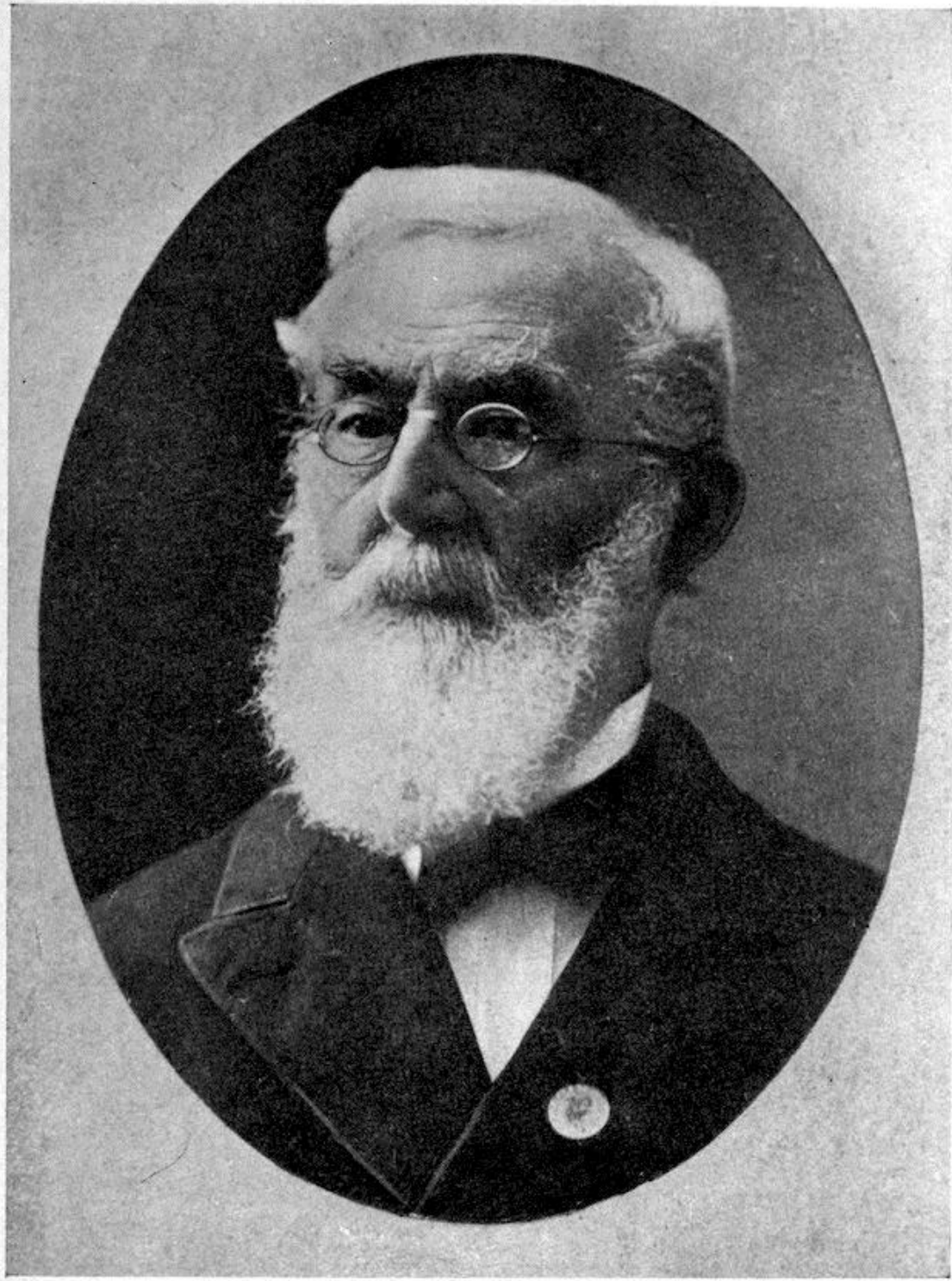
Пермский период Соединенных Штатов.—В Европе до 1841 года образования, которые сейчас классифицируются как пермские, были включены в состав Нового Красного песчаника и вместе с каменноугольным периодом были отнесены к Вторичным. В том же году Мерчисон предложил

термин "пермский период". В 1845 году вышла классическая "Геология России в Европе и Уральских горах" Мерчисона, Кейзерлинга и Де Вернейля. В этой большой работе авторы выделили из Нового Красного магнезиальный известняк Великобритании и ротлигенские мергели, Купфершифер и Цехштейн из Германии, а вместе с другими уральскими образованиями в России отнесли их к пермской системе. Этот шаг, один из самых сложных в исторической геологии, был тем более важен, что они завершили палеозойскую эру пермским периодом, начав вторичный, или мезозойский, период с Новым красным песчаником или триасовым периодом. В журнале за 1847 год есть хорошая рецензия на эту работу Д. Д. Оуэна (1807-1860) (3, 153).

Оуэн, хотя и принимает пермскую систему, не удовлетворен ее ссылкой на палеозой, и он излагает этот вопрос в Журнале (3, 365, 1847). Он сомневается в "правильности классификации, которая относит пермскую и каменноугольную системы к палеозойскому периоду". Это происходит главным образом потому, что нет никаких "свидетельств нарушения или несогласованности" между пермской и триасовой системами. Скорее, "наблюдается настолько полное смешение смежных слоев", что только в России пермский период был отделен от триасового. Эта точка зрения Оуэна была верна не только для России, но даже в большей степени для Альп и Индии, и потребовалось много работы и дискуссий, чтобы зафиксировать несоответствующий контакт, который отличает палеозой от мезозоя в этих областях. Другими словами, в то время здесь не было горного образования. Затем Оуэн продолжает утверждать, что, поскольку в европейской Перми водятся рептилии, он видит в них решающие свидетельства мезозойской эпохи. "Это, безусловно, веские аргументы в пользу отнесения не только пермской, но и каменноугольной группы к мезозойскому периоду и прекращения палеозойского деления с началом добычи угля". Геологи всего мира не согласились с этим обращением вспять, но последовали лучшим взглядам Мерчисона и его коллег.

В 1855 году Г. Г. Шумард открыл, а в 1860 году его брат Б. Ф. Шумард (1820-1869) объявил о присутствии пермских слоев в горах Гваделупе в Техасе, а в 1902 году Джордж Х. Герти (14, 363) подтвердил это. Герти считает фауны более молодыми, чем любые другие позднепалеозойские фауны Америки, и говорит: "По этой причине я предлагаю дать им региональное название, которое будет использоваться в соотношении, подобном миссисипской и пенсильванской.... Предлагается термин "Гваделупский".

Г. К. Своллоу (1817-1899) в 1858 году первым объявил о присутствии пермских окаменелостей в Канзасе, и это привело к разногласиям между ним и Ф. Б. Миком, оба претендовали на открытие. Только в последние годы было общепризнано, что в этом штате, в Оклахоме и в Техасе есть пермский период. Это признание стало более очевидным после открытия множества рептилий в красных отложениях Техаса и благодаря работе К. А. Уайта "Техасская пермь и ее мезозойские типы ископаемых", опубликованной в 1891 году (Бюллетень геологической службы США, №77).



James Hall

Каменноугольные формации.—Угольные формации в общих чертах отмечены во всех первых выпусках журнала. Первые сообщения о наличии угля в Огайо принадлежат Калебу Этуотеру (1, 227, 239, 1819) и С. П. Хилдрету (13, 38, 40, 1828). Первые угольные электростанции, которые были описаны и проиллюстрированы, также были из Огайо, в статье Эбенезера Грейнджера в 1821 году (3, 5-7). Месторождение антрацита было впервые описано в 1822 году Захарией Кистом (4, 1), а затем Бенджамином Силлиманом (10, 331-351, 1826); месторождение в западной Пенсильвании было описано Уильямом Мидом в 1828 году (13, 32).

Нижний каменноугольный период был впервые выявлен У. В. Мазером в 1838 году (34, 356). Позже, благодаря работе Александра Уинчелла (1824-1891), начавшейся в 1862 году (33, 352) и продолжавшейся до 1871 года, а также благодаря исследованиям Айовы (1855-1858), Иллинойса (по существу, работе А. Х. Уортена, 1858-1888), Огайо (1838, Мазер и др.) и Индианы (Оуэн и др., 1838), в конечном итоге была выработана следующая последовательность:

Пермский период.

Верхний бесплодный ряд.

Группа Данкарда.

Вашингтонская группа.

Пенсильванский период.

Верхний продуктивный слой угля. Слой Мононгахела.

Более низкие показатели содержания бесплодного угля. Серия Conemaugh.

Показатели добычи угля с меньшей производительностью. Серия Аллегейни.

Сериал "Поттсвилл".

Нью-Йоркская система.— Теперь мы переходим к эпохальному исследованию штата Нью-Йорк, которое установило принципы стратиграфии Америки от верхнего кембрия до вершины девона и навело порядок в ней. Лучшего района для установления этой последовательности выбрать было невозможно. В ходе этого исследования также была разработана стратиграфическая номенклатура, основанная на местоположениях Нью-Йорка и обнажениях горных пород, и в полной мере использовались погребенные окаменелости для корреляции. Между прочим, она развила и привлекла к себе внимание Джеймса Холла, который продолжил стратиграфическую работу, так хорошо начатую, а также заложил основы палеонтологии в Америке, став ее ведущим специалистом по беспозвоночным.

Этот труд Д. Д. Оуэна подробно рассмотрен в журнале в томах за 1844-1847 годы. Очевидно, он следовал слишком новому плану, чтобы получить бурную похвалу от консерватора Оуэна, как и следовало ожидать. Он отмечает, что эти тома “не на шутку растянуты, они объемны и дороги и не дают столь четкого и связного представления о геологических особенностях штата, как можно было бы пожелать.... Мы придерживаемся мнения, что прежде чем эта работа сможет стать общепользуемой и широко распространенной, ее необходимо сжать и объединить в один объемистый том” (46, 144, 1844). Этого так и не было сделано, и все же работа была принята повсеместно сразу, и в этом, несомненно, во многом помог подробный обзор Оуэна.

Исследование естественной истории Нью-Йорка было организовано в 1836 году и завершено в 1843 году. Штат был разделен на четыре округа, и к ним, наконец, были прикреплены следующие опытные геологи. Юго-восточная часть была названа Первым округом во главе с В. В. Мазером (1804-1859) в качестве геолога; северо-восточный квартал был Вторым округом во главе с Эбенезером Эммонсом (1799-1863); центральная часть была Третьим округом под руководством Ларднера Вануксема (1792-1848); в то время как западная часть была Четвертым округом Джеймса Холла (1811-1898). Палеонтологией какое-то время руководил Т. А. Конрад (1830-1877); минералогическая и химическая работа находилась в руках Льюиса К. Бека; ботаником был Джон Торри; и зоолог Джеймс Декей.

Служба исследования штата Нью-Йорк опубликовала шесть годовых отчетов объемом 1675 страниц в октаво и четыре окончательных геологических отчета объемом 2079 страниц в кварто. Наконец, в 1846 году Эммонс добавил еще один том о почвах и горных породах штата, в котором он также обсуждал таконическую и Нью-Йоркскую системы; в нем 371 страница. Завершив первое исследование, Холл приступил к делу своей жизни под эгидой государства — своему монументальному труду "Палеонтология Нью-Йорка" в пятнадцати томах объемом 4539 страниц и 1081 табличке с окаменелостями. В дополнение ко всему этому существуют его ежегодные и другие отчеты регентам штата, так что можно с уверенностью сказать, что он опубликовал не менее 10 000 страниц печатных материалов по геологии и палеонтологии Северной Америки.

Что касается этой замечательной серии работ, все, что здесь можно представить, - это таблица формаций, разработанная the New York State Survey. Практически все его результаты и названия формаций вошли в общее употребление, за исключением таконической системы Эммонса и терминов деления нью-йоркской системы. (См. стр. 88.)

Исследование штата Нью-Йорк, начатое в 1836 году, было продолжено Джеймсом Холлом с 1843 по 1898 год. В это время он также был государственным геологом Айовы (1855-1858) и Мичигана (1862). С 1898 года Джон М. Кларк умело продолжает геологическую съемку Нью-Йорка, штата, который по-прежнему является передовым в науке, особенно в геологии и палеонтологии, в Америке.

Западное расширение нью-Йоркской системы. Прежде чем Холл закончил свой окончательный отчет, мы застаем его в 1841 году в "исследовательской поездке по штатам Огайо, Индиана, Иллинойс, части Мичигана, Кентукки и Миссури, а также по территориям Айовы и Висконсина". Эта экскурсия описана в журнале (42, 51, 1842) под заголовком "Заметки о геологии Западных Штатов". Его целью было выяснить, насколько нью-йоркская система в качестве эталона "применима в западном расширении серии". В целом ему удалось очень успешно распространить систему на реку Миссисипи, и он ясно увидел "значительное уменьшение сначала песчаного вещества, а затем и сланцевого по мере продвижения на запад, и в целом значительное увеличение известкового вещества в том же направлении". Он также четко отметил деформированный характер слоев, "антиклиналь-ную ось", с тех пор известную как поднятия Цинциннати и Уобаш, а также Озаркский купол.

Холл, однако, допустил ряд вопиющих ошибок из-за слишком большой зависимости от литологической корреляции и предположительно сходной последовательности. Например, было сказано, что запасы угля в Пенсильвании напрямую перекрывают чемунгскую группу в южном Нью-Йорке, и теперь он обнаруживает то же самое в Огайо, Индиане и Иллинойсе, не замечая, что в большинстве мест между вершиной нью-Йоркской системы и угольными

запасами лежит обширнаямиссисипская серия, которую он обычно путал с чемунгской или включал в "Каменноугольную группу". Он утверждает, что волокни в Нью-Йорке такие же, как в Уэверли в Огайо, а в Луисвилле водная известь среднего девона коррелирует с аналогичной породой нью-йоркского силура. Холл особенно стремился зафиксировать горизонт свинцоносных пород среднего ордовика Иллинойса, Висконсина и Айовы, но, к сожалению, соотнес их с Ниагараном, в то время как среднедевонский период около Колумбуса, Огайо, и Луисвилля, Кентукки, он относил к тому же горизонту. Галенит-ниагарская ошибка была исправлена в 1855 году, но девонская и миссисипская ошибки долгое время оставались нескорректированными, а в Айове - ближе к концу девятнадцатого века.

Геологическая колонка нью-йоркских геологов 1842-1843 годов, согласно У. У. Мазеру, 1842.

Четвертичная система	Аллювиальное деление. Четвертичный отдел. Дрейфовый отдел.	
Третичная система	Эти слои включены в следующий более низкий дивизион.	
Система высшего образования	Подразделение Лонг-Айленда. Соответствует третичным и меловым мергелям, пескам и глинам прибрежной равнины Нью-Джерси. Разделение Траппов. Палисейдс Отдел Красного песчаника.	Новая красная система Эммонса и Холла.

Угольная система Мазера и каменноугольная система Холла.

Старая Красная система Катскиллских гор в Эммонсе; Катскиллский дивизион Мазера и Холла; и Катскиллская группа в Вануксеме.

Согласно Холлу 1843 года и, по сути, Вануксему 1842 года.

Дивизион Эри (девонский период)	Чемунг, Портидж или Нунда (разделен на Кашакуа, Гардо, Портидж), Дженеэзи, Талли, Гамильтон (разделен на Ладлоувилл; Энкринал, Москва) и Марцеллус.
Серия Хелдерберга [девон-силурийская]	Роговые породы, Онондага, Шохари, Кауда-алли, Орискани, Верхний Пентамер, Энкринал, дельтирис, Пентамерус, Водяная известь, группа солей Онондага.
Дивизион Онтарио [Силурийский регион]	Ниагара, Клинтон и Медина.
Подразделение Шамплейн [силурийский-ордовик-верхний кембрий]	Онейда или Шаванганк, Серый песчаник, группа рек Гудзон, Утика, Трентон, Блэк-Ривер, включая Бердсайте и Чази, известковые песчаные породы и Потсдам.

Согласно Эммонсу, 1842, Мазеру, 1843, Вануксему, 1842, Холлу, 1843.

Таконическая система [ордовик и нижний кембрий]	Гранулированный кварц, стокбриджский известняк, магнезиальный сланец и таконический сланец.
Первичная или гипогенная система	Метаморфические и первичные породы.

Корреляции с Европой. Первая попытка соотнести нью-Йоркскую систему с системами Европы была предпринята Конрадом в его Заметках по американской геологии в 1839 году (35, 243). Здесь он сравнивает ее по фаунистическим признакам с силурийской системой. Более последовательной была попытка Холла в 1843 году (45, 157), когда он сказал, что силурийский период Мерчисона равен нью-Йоркской системе и охватывает кембрийский, силурийский и девонский периоды, которые, по его мнению, образуют единую систему. Холл в 1844 году и Конрад ранее ошибочно считали средний девон Нью-Йорка (Гамильтон) “эквивалентом скал Ладло мистера Мерчисона” (47, 118, 1844).

В 1846 году Э. П. Де Верней провел лето в Америке с целью соотнести формирование нью-йоркской системы с европейскими. В это время он имел большой полевой опыт во Франции, Германии и России, был президентом Геологического общества Франции и “фактически представителем европейской геологии” (2, 153, 1846). Холл говорит: “Ни один другой человек не смог бы представить столь ясный и совершенный государственный переворот”. Результаты Де Вернейля были переведены Холлом и с его собственными комментариями опубликованы в журнале в 1848 и 1849 годах под названием “О параллелизме палеозойских отложений Северной Америки и Европы”. Де Верней был особенно поражен полным развитием американских палеозойских отложений и сказал, что это лучшее исследование в мире. С другой стороны, он не был согласен с подробным расположением подразделений в различных подразделениях нью-йоркской системы, и Холл слишком охотно признал, что условия были предложены “в качестве уступки, и следует сожалеть, что была принята такая искусственная классификация”. Корреляции Де Вернейля следующие:

Нижнесилурийская система начинается с Потсдама, аналога оболусского песчаника в России и Швеции. Блэк-Ривер и Трентон занимают положение ортоцерасовых известняков Швеции и России, в то время как Утика и Лотарингия представлены граптолитовыми пластами тех же стран. Обе корреляции частично ошибочны. Он объединяет Чази, Бердсайте и Блэк-Ривер в одну серию, а в другую - Трентон, Утику и Лотарингию. Из видов, распространенных в Европе и Америке, он выделяет семнадцать.

В верхнесилурийской системе Онейда и Шаванганк исключены из подразделения Шамплейн и вместе с Мединой отнесены к силурийской, наряду со всем подразделением Онтарио плюс Нижним Хелдербергом. Клинтон считается высшим Карадоком или занимает промежуточное положение между ним и Уэнлоком. Считается, что Ниагарская группа является точным эквивалентом Уэнлока, “в то время как пять нижестоящих групп отдела Хелдерберг представляют собой породы Ладлоу”. Теперь мы знаем, что эти хелдербергские формации относятся к нижнему девону по возрасту. Де Верней объединяет в одну серию Водяную известь, Пентамерус, Дельтирис, Инкриналь и Верхний пентамерус. Из идентичных видов насчитывается сорок, распространенных в Европе и Америке.

Девонскую систему Де Верней начинает, “после долгих колебаний”, с Орискани и, конечно же, с пяти верхних слоев Гельдербергского разреза Холла, всего Эри и Старого Красного песчаника. Он также исправляет ошибку Холла, помещая в девонский период верхний скальный известняк Огайо и Индианы, который первый считает силурийским. Орискани соотносится с граувакками на Рейне, а онондага, или Роговик, - с нижним Эйфелем. Каудагалли, Шохари и Онондага объединены в одну серию; Марцеллус, Гамильтон, Талли и Джинеси - в другую; а Портидж и Чемунг - в третью. Видов, распространенных в Европе и Америке, насчитывается тридцать девять.

Уэверли в Огайо и то, что недалеко от Луисвилля, штат Кентукки, которое Холл назвал Чемунг, Де Верней правильно относит к каменноугольному периоду, но с этим Холл не согласен. Де Верней указывает, что между Европой и Америкой существует тридцать один общий вид. “А что касается растений, то огромное количество наземных видов, идентичных по обе стороны Атлантики, доказывает, что уголь образовался по соседству с уже образовавшимися землями и находился в сходных физических условиях”.

Анализ палеозойских окаменелостей Европы и Америки приводит Де Вернейля к “убеждению, что идентичные виды жили в одну и ту же эпоху в Америке и Европе, что у них была почти одинаковая продолжительность жизни и что они сменяли друг друга в том же порядке”. Это, по его словам, не зависит от глубины морей и от “потрясений, которые затронули поверхность земного шара”. Виды определенного периода начинаются и заканчиваются на разных уровнях, и по мере приближения к вершине системы целое приобретает характер следующего. “Если случается, что в двух странах определенное количество систем, характеризующихся одними и теми же окаменелостями, накладываются друг на друга в одинаковом порядке, какой бы ни была в остальном их толщина и количество физических групп, из которых они состоят, философски рассматривать эти системы как параллельные и синхронные”.

Из-за преобладания песчаников и сланцев в восточной части Нью-Йорка Де Верней считает, что на востоке лежала земля. Многочисленные следы фукоидов и ряби от Потсдама до Волока указывали ему на мелководье и близость берега.

Древнейшие геологические эпохи.—На предыдущих страницах мы видели, как примитивные породы Ардуино и Вернера были преобразованы, по крайней мере частично, в системы палеозоя, но все еще оставалось много участков древних пород, которые нельзя было привести в соответствие с принятой схемой. Один из самых обширных из них находится в Канаде, где действительно примитивные образования - граниты, гнейсы, сланцы и даже отложения неопределенного происхождения - изобилуют и развиты в более крупных масштабах, чем где-либо еще, занимая более двух миллионов квадратных миль и несогласованно перекрытые палеозойскими и более поздними породами. Первым, кто обратил на них внимание, был Дж. И. Бигсби, офицер медицинского штаба британской армии, в 1821 году (3, 254). Однако Уильям Э. Логан (1798-1875), “отец канадской геологии”, первым разгадал их историческую последовательность. Сначала он также назвал их первичными, но после долгой работы увидел в них параллельные структуры и метаморфизованные отложения, подстилаемые розовыми гранитами и связанные с ними. Для древнейших массивов, в основном гранитов, он предложил термин “Лаврентийская система” (1853, 1863), а для измененных и деформированных слоев - название “Гуронская серия” (1857, 1863). Над этими несогласованными породами располагалась третья серия - медьсодержащие породы. С его времен множество канадских и

американских геологов трудились над этой, самой сложной из всех геологических работ, и теперь у нас есть следующая предварительная хронология (Шухерт и Баррелл, **38**, 1, 1914):

Позднепротерозойская эра.

Кевинавский, анимикийский и гуронский периоды.

Ранняя протерозойская эра.

Судбурийский период или более древний гуронский.

Археозойская эра.

Серия Гренвилла и т.д.

Космическая история.

Таконическая система воскресла.

Система Таконик была впервые анонсирована Эбенезером Эммонсом в 1841 году и четко определена в 1842 году. Она положила начало самой ожесточенной и затяжной дискуссии в анналах американской геологии. После того, как последующие публикации Эммонса показали, что таконическая система прошла три этапа, Барранде из Богемии в 1860-1863 годах пролил на нее много нового и правильного света, подтвердив в серии писем Биллингсу, что таконические окаменелости похожи на окаменелости его первичной системы, или того, что мы сейчас называем средним кембрием (**31**, 210, 1861, и далее.).

В серии статей, опубликованных С. В. Фордом в журнале между 1871 и 1886 годами, был раскрыт еще один новый факт, что в округах Ренсселер и Колумбия, штат Нью-Йорк, так называемая группа рек Гудзон изобилует “первичными” окаменелостями, совершенно непохожими на окаменелости из Потсдама, о которых Форд позже говорил как о относящихся ко времени “Нижнего Потсдама”.

Джеймс Д. Дана исследовал область Таконик в 1871 году и продемонстрировал, что система также изобилует ордовикскими окаменелостными образованиями. Затем последовала далеко идущая работа Чарльза Д. Уолкотта, начавшаяся в 1886 году, которая показала, что по всей территории восточного Нью-Йорка и северного Вермонта группа рек Гудзон и система Таконик изобилуют не только ордовикскими, но и кембрийскими окаменелостями. Наконец, в 1888 году Дана представил Краткую историю таконических идей и изложил суть системы следующими словами (**36**, 27):

“Прошло почти пятьдесят лет с тех пор, как таконическая система внезапно вошла в геологическую науку. Несмотря на некоторые положительные моменты, в нем были допущены еще большие ошибки, долгое время служившие препятствием для прогресса здесь и за рубежом ... Но независимо от того, возобладало зло или добро, теперь мы можем надеяться, искренне чествуя профессора Эммонса за его серьезные геологические труды и открытия, что таконическим идеям будет позволено остаться частью прошлого”.

В качестве эпитафии Дана поместил над остатками таконической системы цифры черным шрифтом **1841-1888**. Однако то, что остатки системы и термин “таконический” все еще живы и требуют пересмотра, очевидно для всех заинтересованных стратиграфов. Здесь не место

разбираться в этом вопросе, и все, что можно сделать в настоящее время, - это указать на то, что все еще поддерживает систему Эммонса в рабочем состоянии.

В типичном районе системы Таконик, то есть в округе Ренсселер, Эммонс в 1844-1846 годах добыл окаменелости *Atops trilineatus* и *Elliptocephala asaphoides*. С. В. Форд, как указывалось выше, позже добыл в том же районе много других окаменелостей, которые, как он продемонстрировал, старше потсдамского песчаника. К этому времени он дал название Нижнему Потсдаму, тем самым доказав на палеонтологических основаниях, что по крайней мере какая-то часть Таконической системы старше Нью-Йоркской и, следовательно, старше группы рек Гудзон ордовикского возраста.

В 1888 году Уолкотт представил свои выводы относительно последовательности слоев в типичном районе Таконик, а также к северу и югу от него. Он собрал окаменелости нижнего кембрия в более чем ста населенных пунктах “в пределах типичного района Таконик” и сказал, что толщина его “террейна № 5” или “Кембрия (Джорджия)”, который теперь относится к нижнему кембрию, составляет “14 000 футов или более”. Он продемонстрировал, что нижний кембрий связан с нижним и средним ордовиком, и подтвердил утверждение Эммонса о том, что первый покоится на его первичных или докембрийских массивах. В другом месте он пишет: “К западу от хребта Таконик разрез проходит вниз через известняк (3) [нижне- и среднеордовикского возраста] к гидрослюдистым сланцам (2) [возраст которых также может быть раннеордовикским], а оттуда к большому развитию сланцев с их прослоями из разреженных известняков, известковых и песчаниковых пластов, все из которых содержат в большей или меньшей степени фауну *Olenellus* ...”. Затем он знал тридцать пять видов в округе Вашингтон, штат Нью-Йорк (35, 401, 1888).

Наконец, в 1915 году Уолкотт сказал, что в кордильерской области Америки произошло движение, которое привело к изменениям “в осадконакоплении и последовательности фаун, которые служат для проведения пограничной линии между нижнекембрийской и среднекембрийской сериями.... Продолжительность этого периода перерыва, должно быть, была значительной ... и когда связь с Тихим океаном возобновилась, новая фауна, которая развивалась в Тихом океане, была затем введена в Кордильерское море и составила среднекембрийскую фауну. Изменение видов от нижнекембрийской фауны к среднекембрийской очень велико”. Затем он продолжает показывать, что в апalachской геосинклинали произошло еще одно движение, которое закрыло от этого прогиба среднекембрийскую парадоксальную фауну атлантического царства, а также все отложения.

Выводы.—Соответственно, представляется, что повсюду в Америке нижнекембрийские формации отделены длительным сухопутным интервалом от формаций среднекембрийского времени. Таким образом, эти образования объединяются в естественную систему горных пород или в определенный период времени. Однако между средним и верхнекембрийским временем, по-видимому, произошел полный переход в кордильерском прогибе, связывающий эти две серии отложений в одну естественную или диастрофическую систему. Следовательно, автор предлагает, чтобы Нижний кембрий Америки был известен как таконическая система. Среднекембрийская и верхнекембрийская серии могут быть продолжены в настоящее время под термином “кембрийская система”, термин, однако, который никоим образом не подходит для этих образований, как будет продемонстрировано при обсуждении силурийского спора.

Силурийский спор.

Точно так же, как в Америке основание палеозоя было предметом длительных споров, так и в Англии кембрийско-силурийская последовательность была предметом длительных дебатов между Седжвиком и Мерчисоном, а также среди последующих геологов Европы. История решения настолько хорошо и справедливо изложена в журнале Джеймсом Д. Даной под названием “Седжвик и Мерчисон: кембрий и силурий” (39, 167, 1890) и сэром Арчибалдом Гейки в его Учебнике-книге по геологии, 1903, что все, что здесь требуется, - это кратко изложить его и обновить решение.

Адам Седжвик (1785-1873) и Р. И. Мерчисон (1792-1871) начали работать в районах Кембрии (Уэльс) и Силурии (Англия) в 1831 году, но термины "Кембрийский" и "силурийский" были опубликованы только в 1835 году. Мерчисон был первым, кто удовлетворительно определил последовательность силурийской системы из-за более простой структуры и большего количества окаменелостей в его районе. С другой стороны, Седжвику приходилось выполнять свои академические обязанности в Кембриджском университете, и, будучи человеком более пожилым и консервативным, он отложил публикацию своих окончательных результатов из-за того, что его территория была гораздо более деформирована и менее богата окаменелостями. В 1834 году они совместно работали в Силурийской области, и Седжвик сказал: “Я был настолько поражен четкостью природных срезов и совершенством его работы, что я, можно сказать, с полной верой воспринял все, чему он меня тогда научил.... Вся "силурийская система" была по замыслу ее автора помещена над огромными волнистыми сланцевыми породами Южного Уэльса”. В то время Мерчисон сказал Седжвику, что группа Бала последнего, которая, как теперь известно, находится в середине Нижнего силура, не может быть перенесена в пределы силурийской системы, и добавил: “Я полагаю, что она погружается под настоящие флаги Лландейло”, которые теперь расположены ниже Бала и выше Аренига, который в настоящее время считается у основания ордовика.

Силурийская система была определена в печати Мерчисоном в июле 1835 года: верхний силур охватывал Ладлоу и Уэнлок, в то время как Нижний силур был основан на Карадоке и Лландейло. Монументальный труд Мерчисона "Силурийская система", состоящий из 100 страниц и множества табличек с окаменелостями, появился в 1838 году.

Кембрийская система была впервые описана Седжвиком в августе 1835 года, но заверченный труд — классический в геологии — Краткий обзор классификации британских палеозойских пород, наряду с описаниями Маккоем британских палеозойских окаменелостей, появился только в 1852-1855 годах. Первоначальный Верхний кембрий Седжвика включал большую часть цепи Бервинов, где, по его словам, она была связана с Лландейло-флагами силура. Средний кембрий включал более высокие горы Кернарвоншира и Мерионетшира, а Нижний кембрий, как говорили, занимал юго-западное побережье Кернарвоншира и состоял из хлоритовых и слюдяных сланцев, а также некоторого количества змеевидного и зернистого известняка. В 1853 году было обнаружено, что ископаемый Верхний кембрий включал Арениг, Лландейло, Балу, Карадок, Конистон, Хирнант и Нижнюю Лландоверию. С другой стороны, вскоре после смерти Мерчисона и Седжвика было показано, что в Среднем и Нижнем кембрии есть окаменелости, но лишь немногие из тех, которые характеризуют то, что сейчас называется нижним, средним и верхнекембрийским временем.

Вскоре после первоначального объявления о кембрийской системе Седжвик узнал “о прискорбном факте, связанном с вредительством”, что наиболее богатая окаменелостями часть кембрия - Верхний кембрий - и в то время единственная часть, содержащая поддающиеся определению окаменелости, по сравнению с нижнесилурийскими отложениями представляла собой эквивалентную формацию, но с совершенно иными литологическими условиями. В 1842 году он начал понимать, что его кембрийский период находится в конфликте с силурийской системой, и четыре года спустя между ним и Мерчисон возникли серьезные расхождения во взглядах. Кульминация спора была достигнута в 1852 году, когда Седжвик расширил свою кембрийскую систему вверх, включив в нее Бала, Лландейло и Карадок, поступив аналогично Мерчисону, который ранее расширил свою силурийскую систему вниз через весь ископаемый кембрий до основания языковых флагов.

Дана в своем обзоре силурийско-кембрийского спора утверждает: “Утверждение рабочего о присвоении названия серии пород, впервые изученных и определенных им, не подлежит оспариванию”. Мы видели, что у Мерчисона был приоритет публикации в его “силурийском периоде” над “Кембрийским периодом” Седжвика, но что в полном изложении, как стратиграфическом, так и фаунистическом, первое имело годы предшествующего определения. Что имеет еще больший вес, так это то, что геологи почти повсеместно приняли силурийскую систему Мерчисона как основанную на нижнесилурийских и верхнесилурийских формациях. Номенклатуру, некогда широко принятую, практически невозможно изменить. Однако, что касается разногласий, не следует забывать, что только *Нижний* силурийский период Мерчисона противоречил *верхнему* кембрию Седжвика. Что касается остальной части кембрия, то она не была вовлечена в спор.

Далее Дана утверждает, что наука может принимать название или нет, в зависимости от того, нужно оно или нет. В связи с развитием геологии он считал, что наконец-то настало время, когда название “Кембрий” стало необходимостью, и он включил в геологическую летопись как кембрий, так и силурийский период. Однако “силурийский период” включал Нижний и Верхний силуры - не одну систему горных пород, а две.

Прошло уже двадцать семь лет с тех пор, как Дана пришел к этому выводу, в то время, когда считалось, что происходит более или менее непрерывное отложение не только между образованиями системы, но и между самими системами. Сегодня многие геологи придерживаются мнения, что с течением времени океаны пульсируют взад и вперед над континентами, и, соответственно, последовательность морского осадконакопления в большинстве мест должна быть сильно нарушена, и сегодня мы знаем, что разрывы или интервалы суши в морской летописи наиболее заметны между эпохами и короче между всеми или, по крайней мере, большинством периодов. Более того, в Северной Америке мы узнали, что разрывы между системами наиболее заметны внутри континента и в меньшей степени на его окраинах.

Вряд ли кто-нибудь сейчас подвергает сомнению факт длительного сухопутного интервала между Нижним и Верхним силурами в Англии, и к чести Седжвика следует отметить, что он был первым, кто указал на этот факт, а также на наличие несоответствия. Отсюда следует, что мы не можем продолжать использовать силурийскую систему в смысле, предложенном Мерчисон, поскольку она включает в себя две различные системы или периоды. Дана в последнем издании своего Руководства по геологии (1895) также признает две системы, но, что

любопытно, он не видел ничего несоответствующего в том, чтобы называть их “нижнесилурийской эрой” и “верхнесилурийской эрой”. Однако, безусловно, не способствует ясному мышлению называть две системы одним именем Силурийский и говорить о них по отдельности как о Нижнем и Верхнем силуре, создавая таким образом впечатление, что эти две системы являются всего лишь частями одной — силурийской. Каждая из частей имеет свои независимые фаунистические и физические характеристики.

Здесь мы должны немного отвлечься и отметить работу Иоахима Барранде (1799-1883) в Богемии. В 1846 году он опубликовал краткий отчет о “силурийской системе” Богемии, разделив его на разделы, обозначенные буквами от С до Н. Между 1852 и 1883 годами он опубликовал свою “Силурийскую систему центра Богемы” в восемнадцати томах quarto с 5568 страницами текста и 798 таблицами окаменелостей — монументальный труд, не имеющий себе равных в палеонтологии. В первом томе изложена геология Богемии, и здесь мы видим, что этажи А и В относятся к азойскому или докембрийскому периоду, а С по Н составляют его силурийскую систему. У Etage С есть своя “Первобытная фауна”, которая, как теперь известно, относится к парадоксидам или средне-кембрийскому времени, в то время как D относится к нижнему силуру, Е - к верхнему силуру, F - к нижнему девону, а G и H - к среднему девону. Из этого следует, что силурийская система Барранда гораздо более обширна, чем система Мерчисона, и охватывает вдвое больше периодов, чем система Англии и Уэльса.

Примерно в 1879 году в Англии было достигнуто почти общее согласие о том, что кембрий должен охватывать примордиальную фауну Барранда, или парадоксидес, а в районе Северного Уэльса быть продолжен до вершины сланцев Тремадок. Сегодня мы бы включили средний и верхний кембрий. Нижний кембрий в смысле содержания фауны Olenellus был тогда неизвестен в Великобритании.

Лэпворт, признавая своеобразие Нижнего силура как системы, предложил в 1879 году признать его таковым и назвал ордовикским, ограничив силурийский период верхнесилурийским по Мерчисону. Этот термин не получил широкого распространения ни в Великобритании, ни на Континенте, но за последние двадцать лет все более и более широко используется в Америке. Однако даже здесь он находится в прямом противоречии с термином Шамплейн, предложенным геологом штата Нью-Йорк в 1842 году.

В 1897 году Международный геологический конгресс опубликовал "Геологическую хронологию" Э. Реневье, в которой мы находим следующее:

Силурийский период.	Верхний, или силурийский (Мерчисон, ограниченный, 1835).	Ладловиан (Мерчисон, 1839). Венлокиан (Мерчисон, 1839). Заземлитель (Мерчисон).
	Средний, или ордовикский (Лэпворт, 1879).	Карадокийский (Мерчисон, 1839). ландилианский (Мерчисон, 1839).
	Нижний, или кембрийский (Седжвик,	Аренийский (Седжвик, 1847). Потсдамский (Эммонс,

ограниченный, 1835).

1838).

Меневианский (Солтер и Хикс, 1865).

Джорджиан (Хичкок, 1861).

Касаясь этого периода, который, кстати, не очень отличается от периода Барранда, Реневье замечает, что он “так же важен, как меловой или юрский. Лэпворт даже присваивает ему значение первого порядка, равное протозойской эре”.

В приведенном выше есть очевидное возражение против двойного использования термина “силурийский”, и эта трудность была встречена позже в книге “Черта Лаппарента” предложением заменить силурийский язык готландским. По поводу этого изменения Гейки замечает: “Такая договоренность ... могла бы быть принята, если бы она не предполагала столь серьезного изменения общепринятой номенклатуры”. С другой стороны, если диастрофизм и разрывы в стратиграфической и фаунистической последовательности должны быть основой для геологического разделения времени, мы не можем принять приведенную выше схему, поскольку она признает только один период, когда в природе их по меньшей мере четыре.

Выводы. — Мы подошли к моменту, когда наши знания о стратиграфической и фаунистической последовательности, а также орогенной летописи, признанной в принципе диастрофизма, должны быть отражены в терминологии геологического расписания. Было бы легко предложить удовлетворительную номенклатуру, если бы мы не были связаны законом приоритета при публикации и если бы ни у кого не было геологической хронологии его собственного времени, укоренившейся в памяти. Кроме того, бесконечное количество литературы с ее общепринятой номенклатурой преграждает нам путь. Поэтому с целью внесения наименьших изменений в геологическую номенклатуру и воздания наибольшей справедливости нашим предшественникам, насколько позволяют нынешние условия наших знаний, предлагается следующая схема:

Силурийский период. От Лландовери до вершины Ладлоу в Европе. Александрийский-Катаракта-Медина до вершины Манлий в Америке.

Шампленский (1842) или ордовикский (1879) периоды. Восходим к вершине Карадока в Европе. Бикмантаун - вершина Ричмонда в Америке.

Кембрийский период. В Атлантическом царстве начинается с парадоксидов, а в Тихом - с фаун батьюрисков и огигопсисов. Закрытие задействовано в предварительно определенной Ульрихом озаркской системе. Когда последняя будет установлена, озаркский период будет содержать время между ордовиком и кембрием.

Таконический период. Для всемирной фауны оленеллусов или мезонацид.

Палеогеография.

Когда геологи начали осознавать огромное значение доктрины Хаттона о том, что “руины более раннего мира лежат под вторичными слоями” и что огромные массы залегающих горных пород отделены друг от друга периодами горообразования и интервалами эрозии, для них было естественно искать земли, на которых образовались обломки накопившихся отложений. Таким

образом, зародилась палеогеография, но сначала она носила описательный, а не картографический характер.

Слово “палеогеография” было предложено Т. Стерри Хантом в 1872 году в статье, озаглавленной “Палеогеография Североамериканского континента”, и опубликовано в журнале Американского географического общества за тот же год. По его словам, это связано с “географической историей этих древних геологических периодов”. Это слово снова было широко использовано Робертом Этериджем в его президентском обращении к Лондонскому геологическому обществу в 1881 году. С тех пор как Кану использовал этот термин в 1896 году, он часто встречался в печати, и теперь обычно используется для обозначения географии геологического времени.

Французы были первыми, кто составил палеогеографические карты, и Жюль Марку в 1866 году рассказывает, что Эли де Бомон еще в марте 1831 года на своем курсе в колледже Франции и Парижской горной школе использовал схему соотношения земель и морей в центре Европы в разные великие геологические периоды. Его первая печатная палеогеографическая карта появилась в 1833 году и относилась к раннему третичному периоду. Другие карты Бомонта были опубликованы Бьюданом в 1841-1842 годах. Сицилийский геолог Геммелларо опубликовал шесть карт своей страны в 1834 году, а англичанин Де Ла Беше - одну в том же году. В Америке первым, кто показал такие карты, был Арнольд Гайо в своих лекциях Лоуэлла 1848 года. Джеймс Д. Дана опубликовал три в издании своего Руководства по геологии 1863 года. Из палеогеографических карт мира Жюль Марку составил первую карту юрского периода, опубликовав ее во Франции в 1866 году, но самой знаменитой из этих ранних попыток была попытка Ноймайра, опубликованная в 1883 году в связи с его “Ueber klimatische Zonen während der Jura- und Kreidezeit”.

Первым геологом, создавшим серию карт, показывающих прогрессивную геологическую географию данной области, был Джакс-Браун, который в книгу, озаглавленную “Становление Британских островов”, 1888 год, включил пятнадцать таких карт. Карпинский опубликовал четырнадцать карт России, а в 1896 году Кану в своем “палеогеографическом очерке” опубликовал пятьдесят семь карт Франции и Бельгии. Трейте Лаппарента 1906 года известен своими палеогеографическими картами, поскольку у него есть двадцать три мировых, тридцать четыре европейских, двадцать пять французских и десять взятых у других авторов. Шухерт в 1910 году опубликовал пятьдесят две карты, иллюстрирующие палеогеографию Северной Америки, а также привел расширенный список таких опубликованных карт. Еще одна статья на эту тему принадлежит Th. Arldt, “Zur Geschichte der Paläogeographischen Rekonstruktionen,” published in 1914. Эдгар Дакке в 1913 году также опубликовал список в своей Палеогеографической картине, а два года спустя появилась его книга объемом 500 страниц “Грундлаген и метод палеогеографии”, где подробно рассматривается весь предмет.

Выводы.—С 1833 года было опубликовано не менее 500 различных палеогеографических карт, и из этого числа около 210 относятся к Северной Америке. Тем не менее палеогеография все еще находится в зачаточном состоянии, и большинство карт охватывают слишком много геологического времени, все они исчисляются десятками тысяч, а некоторые - миллионами лет. Современные географические карты показывают состояние береговых линий наших дней, а карты, сделанные пятьдесят лет назад, приходится пересматривать снова и снова, если мы хотим, чтобы они представляли ценность для моряка и торговца. Следовательно, на наших

будущих палеогеографических картах всегда должна наблюдаться тенденция к уменьшению промежутков геологического времени, если мы хотим показать фактическое соотношение воды и суши и движение периодических затоплений. Более того, все древние береговые линии более или менее гипотетичны и нарисованы прямыми или размашистыми изгибами, в отличие от современных берегов с их заливами, дельтами и мысами, а древние земли представляют собой невыразительные равнины. Мы также должны уделять больше внимания распределению соленоватых и пресноводных отложений. Периодически поднимающиеся горы будут первыми топографическими особенностями, которые будут показаны на древних землях, а затем необходимо будет изображать все больше и больше дренажа и общих климатических условий. В морях глубину, температуру и течения еще предстоит расшифровать. Наконец, необходимо будет составить другие базовые карты, отличные от современных географических, с учетом сжатия горных районов, если мы хотим показать истинные географические конфигурации земель и морей в любой данный геологический период.

Палеометеорология.

В соответствии с теорией Лапласа, обнародованной в начале девятнадцатого века, все геологи старшего поколения считали, что земля возникла как горячая звезда и что с течением времени она медленно остывала и, наконец, достигла своего нынешнего зонального похолодания до тропических климатических условий. То, что земля совсем недавно пережила гораздо более холодный климат, ледниковый, получило всеобщее признание только во второй половине предыдущего столетия.

Подъем.—Наши знания о ледниковом климате зародились в Альпах, этой чудесной стране гор и ледников. О становлении этих знаний в Альпах в очаровательной и подробной манере рассказывает этот эксцентричный франко-американский геолог Жюль Марку (1824-1898) в своей книге "Жизнь, письма и работы Луи Агассиса", 1896. Он рассказывает, что альпийский охотник на серн Перроден в 1815 году обратил внимание инженера Де Шарпантье на тот факт, "что большие валуны, расположенные по бокам альпийских долин, были перенесены и оставлены там ледниками". Долгое время последний считал этот вывод экстравагантным, а тем временем Перроден рассказал то же самое другому инженеру, Венцу. В 1829 году он, убедившись в правильности взглядов охотника на серн, представил этот вопрос швейцарским натуралистам, собиравшимся тогда у Сенбернара. Венец "сказал Обществу, что его наблюдения привели его к мысли, что весь Вале когда-то был покрыт огромным ледником и что он даже простирался за пределы кантона, покрывая весь кантон Во до гор Юра, неся валуны и неустойчивые материалы, которые сейчас разбросаны по всей большой швейцарской долине". Восемью годами ранее, в 1821 году, аналогичные взгляды были представлены тем же скромным натуралистом перед Гельветическим обществом, но только в 1833 году Де Шарпантье нашел рукопись и опубликовал ее. Выводы Венца заключались в том, что все ледники долины Баньес "имеют очень узнаваемые морены, которые находятся примерно в лиге от нынешнего льда". "Морены ... относятся к эпохе, которая теряется во мраке времени". Затем, в 1834 году, Де Шарпантье прочитал доклад перед тем же обществом, собравшимся в Люцерне. "Редко, если вообще когда-либо, такие небольшие мемуары так глубоко волновали научный мир. Сначала они были восприняты с недоверием и даже презрением и насмешками, поскольку Агассис был в числе их противников". Статья была опубликована в 1835 году, сначала в Париже, затем в Женеве и, наконец, в Германии. Она "привлекла много внимания, и улыбка недоверия, с

которой ее восприняли при прочтении в Люцерне, вскоре сменилась желанием узнать о ней больше”.

Луи Агассис (1807-1873), который давно был знаком со своим соотечественником Де Шарпантье, провел с ним несколько месяцев в 1836 году, и они вместе изучали ледники Альп. Агассис сначала был “настроен против этой гипотезы и не верил в огромное распространение ледников и транспортировку ими валунов, а, напротив, был сторонником теории Лайелла о переносе айсбергов и ледяных глыб ... но из противника ледниковой теории он вернулся в Невшател восторженным сторонником взглядов Венца и Де Шарпантье.... Благодаря своей способности к быстрому восприятию, своей непревзойденной памяти, своей проницательности и сообразительности, своему способу классифицировать, судить и систематизировать факты, Агассис быстро усвоил всю массу неотразимых аргументов, терпеливо собранных в течение семи лет Де Шарпантье и Венцем, а благодаря своему ненасытному аппетиту и той способности к усвоению, которой он обладал в такой замечательной степени, он усвоил всю доктрину о ледниках за несколько недель ”.

В июле 1837 года Агассис представил в качестве своего президентского обращения к Гельветическому обществу свои незабываемые “Рассуждения о Невшателе”, которые были “отправной точкой всего, что было написано о ледниковом периоде” - термин, введенный в то время его другом Шимпером, ботаником. Первая часть этого обращения перепечатана на французском языке в книге Марку об Агассисе. Обращение было воспринято с удивлением, большим недоверием и безразличием. Среди слушателей был великий немецкий геолог Фон Бух, который “пришел в ужас и, воздев руки к небу, а голову склонив к далеким Бернским Альпам, воскликнул: ”О Святой де Соссюр, о защите благородных!“” Даже де Шарпантье “не был удовлетворен, увидев, что его ледниковая теория смешана с довольно неуместными биологическими проблемами, связь которых с ледниковым периодом была более чем проблематичной”. Агассис в то время был катастрофистом и креационистом-Кювье и выдвинул идею серии научных исследований. ледниковых эпох, чтобы объяснить разрушение геологической последовательности фауны! Любопытно, что эту теорию сразу же принял американский палеонтолог Т. А. Конрад (35, 239, 1839).

Классическими работами по ледниковой геологии являются “Этюды о ледниках” Агассиса, 1840 год, и “Очерки о ледниках” Де Шарпантье, 1841 год. О последней книге Марку утверждает, чтобы было сказано: “Невозможно быть настоящим геологом, не прочитав и не изучив ее”. На английском языке есть “Ледники Альп” Тиндаля, 1860.

Развитие идей относительно плейстоценового оледенения представлено в следующей главе Х. Э. Грегори.

Более древний ледниковый климат.— Едва было доказано существование плейстоценового ледникового климата, как геологи начали указывать на возможность существования еще более ранних. Увлеченный шотландский писатель сэр Эндрю Рамзи в 1855 году описал некоторые позднепалеозойские конгломераты средней Англии, которые, по его словам, имели ледниковое происхождение, но его свидетельства, хотя они никогда полностью не опровергались, не были общепринятыми. В следующем году англичанин, доктор У. Т. Блэнфорд, заявил, что конгломераты Талчир в центральной и южной Индии имеют ледниковое происхождение, и с тех пор доказательства существования пермского ледникового климата неуклонно накапливаются. Африка - страна тиллитов, и здесь в 1870 году Сазерленд указал, что конгломераты формации

Карру имеют ледниковое происхождение. В Австралии также есть пермские ледниковые отложения, и они широко известны в восточной Бразилии, на Фолклендских островах, в окрестностях Бостона и в других местах. Это свидетельство настолько убедительно, что все геологи теперь готовы согласиться с выводом о том, что ледниковый климат был столь же широко распространен в раннепермское время, как и в плейстоцен.^[3]

В Южной Африке, под морским Нижним девоном, находится серия Столовых гор толщиной 5000 футов. Серия, по существу, состоит из кварцитов с зонами сланцев или шиферных пластов и с полосчатой галькой длиной до 15 дюймов. Последние встречаются в карманах и, по-видимому, ледникового происхождения. Здесь нет типичных тиллитов, и до сих пор не было обнаружено бороздчатого подпочвенного слоя. Хотя данные о отложениях, по-видимому, свидетельствуют в пользу вывода о том, что пласты Столовой горы были заложены в холодных водах плавучим льдом, образовавшимся из ледников, пока невозможно определить этим отложениям определенный геологический возраст. Они, конечно, не моложе нижнего девона, но пока не установлено, к какому периоду раннего палеозоя они относятся.

На юго-востоке Австралии встречаются тиллиты широкого распространения, которые соответственно залегают под ними, но резко отделены от морских отложений нижнего кембрия, содержащих окаменелости. Дэвид (1907), Ховчин (1908) и другие австралийские геологи считают, что они относятся к кембрийскому времени, но автору статьи они кажутся более вероятными по возрасту позднепротерозойскими. В арктической Норвегии Ройш обнаружил безошибочно узнаваемые тиллиты в 1891 году, и это явление было подтверждено Страханом в 1897 году. Пока точно не известно, каков их возраст, но, по-видимому, это скорее поздний протерозой, чем ранний палеозой. Другие недатированные протерозойские тиллиты встречаются в Китае (Уиллис и Блэквелдер, 1907), Африке (Шварц, 1906), Индии (Вреденбург, 1907), Канаде (Коулман, 1908) и, возможно, в Шотландии.

Древнейшие известные тиллиты описаны Коулманом в 1907 году и встречаются у основания нижнего гурона или в раннепротерозойское время. Они простираются через северное Онтарио на 1000 миль и от северного берега озера Гурон на север на 750 миль.

Окаменелости как климатические индексы.—Палеонтологам давно известно, что окаменелости указывают на изменения климата прошлого, и Ноймайр в 1883 году объединил доказательства в своем исследовании климатических зон, упомянутых в другом месте. Растения и кораллы, головоногие моллюски и фораминиферы среди морских животных уже давно признаны особенно хорошими "термометрами жизни". Фактически, все окаменелости в какой-то степени являются климатическими индикаторами, и в них было обнаружено много свидетельств, касающихся палеометеорологии. Это свидетельство кратко изложено в статье Шухерта, на которую уже ссылались, и в книге У. Д. Мэтью "Климат и эволюция", 1915.

Отложения как климатические показатели.—Йоханнес Вальтер в третьей части своего труда —Литогенезис Гегенварта", 1894 г. — первый, кто решительно обращает внимание на тот факт, что отложения также имеют внутри себя климатическую летопись. В Америке Джозеф Баррелл с 1907 года много писал на ту же тему. С другой стороны, периодические затопления континентов океанами и образование гор из-за периодического сжатия земли, как выражено в "Принципе диастрофизма" Т. К. Чемберлина и в его публикациях с 1897 года, являются другими критериями для оценки климата прошлого.

Выводы.—Подводя итог этой теме, Шухерт говорит:

“Морской ‘термометр жизни’ показывает обширные промежутки времени от умеренных до теплых и стабильных температур, с незначительными зональными различиями между экватором и полюсами. Большая часть морских окаменелостей принадлежит мелководным морям, и эволюционные изменения, зафиксированные в этих “медалях творения”, незначительны на протяжении огромных промежутков времени, которые перемежаются короткими, но решающими периодами похолодания вод и значительной смертности, за которыми следует быстрая эволюция и увеличение новых запасов. Периоды меньшей теплоты - это *иотермы*, а периоды большей теплоты - периоды *плиотермы* Рамзи.

На суше история климатических изменений иная, но в целом стабильность температуры аналогична таковой в океанических районах. Другими словами, на этих землях также долгое время царил климат от мягкого до теплого. Однако в проблему климата суши входят и другие факторы, отсутствующие в океанических регионах, и они оказывают большое влияние на климат континентов. Наиболее важным из них является периодическое затопление континентов теплыми водами океанов, в результате чего островной климат становится более мягким и влажным. С исчезновением наводнений установился несколько более прохладный и, безусловно, более сухой климат. Последствия этих периодических наводнений нельзя недооценивать, поскольку Североамериканский континент по меньшей мере семнадцать раз по-разному погружался под воду на площади от 154 000 до 4 000 000 квадратных миль.

Когда к этим факторам добавляется влияние на климат, вызванное периодическим подъемом горных цепей, сразу становится очевидным, что климат на этих землях должен был постоянно меняться. В целом колебания температуры, по-видимому, были незначительными, но географически климат варьировался от мягкого до теплого плювиального и от мягкого до прохладного засушливого. Засушливый фактор имел наибольшее значение для органического мира этих земель. Далее, когда ко всем этим причинам добавляется тот факт, что в периоды возникновения ранее изолированные земли были соединены сухопутными мостами, что позволяло смешивать наземные флоры и фауны с заносом их паразитов и паразитарных болезней, мы узнаем, что, хотя климатическая среда имеет фундаментальное значение, это не единственная причина более быстрой эволюции земной жизни

Итак, вкратце, мы можем заключить, что заметные изменения климата прошлого, по-видимому, были вызваны главным образом периодическими изменениями топографической формы земной поверхности плюс изменениями количества тепла, запасаемого океанами. Причину более теплого межледникового климата труднее всего объяснить, и именно здесь могут действовать факторы, отличные от упомянутых.

Несмотря на все это, за всеми этими теориями, по-видимому, все еще стоит более важный вопрос, связанный с серьезными изменениями в палеометеорологии. Это вопрос: что заставляет топографию земли меняться с разной интенсивностью через неравномерно ритмичные промежутки времени?... Разве мы не вынуждены заключить, что форма земли периодически меняется в ответ на силы тяготения, которые изменяют форму тела?”

Эволюция.

Можно сказать, что современная эволюция, или теория жизни, непрерывно восходящая к жизни с изменениями, получила свое первое заметное развитие при графе де Бюффоне (1707-1788), человеке богатом и состоятельном, но при этом трудолюбивом компиляторе, блестящем писателе и популяризаторе науки. Однако он не был настоящим научным исследователем, и памятником его славы является его "Естественная история" в сорока четырех томах, 1749-1804 гг. А. С. Паккард в своей книге о Ламарке "Его жизнь и творчество", 1901, делает в отношении Бюффона следующий вывод:

“Впечатление, оставляемое в сознании после прочтения Бюффона, таково, что даже если он отбрасывал эти предположения, а затем отказывался от них из страха раздражения или даже преследования со стороны фанатиков своего времени, сам он не всегда воспринимал их всерьез, а скорее записывал как мимолетные мысли.... Они появились за тридцать четыре года до теории Ламарка, и хотя не являются эпохальными, они сделают имя Бюффона запоминающимся на все времена”.

Шевалье де Ламарк (1744-1829) по праву может считаться основателем доктрины современной эволюции. До 1794 года он верил в неизменность видов, но к 1800 году он определенно высказался в пользу эволюции. Локи в своей книге "Биология и ее создатели", 1908, излагает свои теории в следующей упрощенной форме:

“Вариации органов, согласно Ламарку, возникают у животных главным образом в результате использования и неиспользования, а новые органы возникают в результате физиологической потребности. Новая потребность, испытываемая животным [из-за новых условий его жизни или окружающей среды], проявляется в организме, стимулируя рост и адаптацию в определенном направлении”.

Для Ламарка “наследование было простой, прямой передачей тех поверхностных изменений, которые возникают в органах в течение жизни индивида вследствие использования и неиспользования”. Эта часть его теории стала известна как “наследование приобретенных признаков”.

Жорж Кювье (1769-1832), пэр Франции, был убежденным сторонником постоянства видов и их сотворения посредством божественных деяний. В 1796 году он начал понимать, что среди окаменелостей, столь обильных в Париже, многие принадлежали к вымершим формам, а позже появилась череда полностью вымерших фаун. Это поначалу озадачивающее явление он в конце концов пришел к объяснению, предположив, что земля пережила серию катастроф, из которых Всемирный Потоп был самой недавней, но, возможно, не последней. С каждой катастрофой вся жизнь исчезала, и божественными действиями создавался новый, хотя и улучшенный набор организмов. Теория катастрофизма Кювье получила широкое признание в первой половине девятнадцатого века, и в Америке Луис Агассис долгое время был ее величайшим выразителем. Именно эта теория и господство блестящего Кювье не только в науке, но и в обществе заслонили гораздо более правильные взгляды более философствующего Ламарка, который считал, что жизнь на протяжении веков была непрерывной и что благодаря

индивидуальным усилиям и наследованию приобретенных качеств развилось удивительное разнообразие современного живого мира.

В 1830 году в Париже состоялись публичные дебаты между Кювье и Жоффруа Сент-Илером, один из которых придерживался взглядов о неизменности видов и сотворении мира, другой - о том, что жизнь непрерывна и эволюционирует в более приспособленные формы. Кювье, талантливый оратор и величайший участник споров, которые когда-либо были в зоологии, с выдающейся памятью, которая никогда его не подводила, побеждал Сент-Илера в ежедневных дебатах, хотя последний был прав.

Книгой, которая многое сделала для подготовки англоговорящих людей к наступлению эволюции, были “Следы творения”, опубликованные в 1844 году неизвестным автором. По мнению Дарвина, “работа, судя по ее мощному и блестящему стилю ... оказала отличную услугу ... подготовив таким образом почву для восприятия аналогичных взглядов”. Эта книга была рекомендована читателям Журнала (48, 395, 1845) с редакционным замечанием, что “мы не можем согласиться со всеми взглядами автора”.

Вероятно, мы можем лучше всего проиллюстрировать мнения американцев по вопросу эволюции непосредственно перед появлением великого труда Дарвина, обратив внимание на мысли Джеймса Д. Даны о видах (24, 305, 1857). Прочитав эту статью и другие подобные статьи Агассиса, приходишь к мнению, что неосознанно оба человека доказывают эволюцию, но сознательно они убежденные креационисты. Удивительно, что при их обширных и мельчайших знаниях о живых организмах и философском типе мышления ни один из них не смог увидеть истинного значения незаметных переходов между некоторыми видами, которые если и не переходят на самом деле друг в друга, то, по крайней мере, отдаляются друг от друга.

Дана говорит о “бесконечном разнообразии особей”, составляющих вид, а затем заявляет, что живой вид, как и неорганический, “основан на определенном количестве или состоянии концентрированной силы, определенной в акте или законе творения”. Виды, по его словам, постоянны, а гибриды “не могут всерьез шутить с истинными единицами природы и, в лучшем случае, могут создавать лишь временные вариации”. “Следовательно, у нас есть основания полагать, исходя из плодородного смешения людей, что он един как вид: и что все органические виды являются божественным предназначением, которое не может быть уничтожено, кроме как путем уничтожения особей, представляющих этот вид”.

Благодаря деятельности французов мир был подготовлен к восприятию эволюции, и теперь это уже было в умах многих передовых мыслителей. В 1860 году Эйса Грей отправил редактору журнала (29, 1) статью английского ботаника Джозефа Д. Хукера, озаглавленную “О происхождении и распространении видов”, со следующими важными замечаниями:

“Это эссе не может не привлечь немедленного и глубокого внимания ученых.... В течение некоторого времени было очевидно, что повторное утверждение ламаркианской гипотезы уже близко. Мы имеем это в улучшенной и подлинно научной форме в теориях, которые, недавно выдвинутые м-ром Дарвином, вслед за м-ром Уоллесом, здесь так умело и совершенно независимо поддерживаются. Когда эти взгляды будут полностью представлены натуралистам этой страны, они смогут принять участие в интересной дискуссии, которую они не преминут затеять”.

Хукер приступил к изучению флоры Тасмании, которой вышеупомянутая статья является лишь главой, с целью проверки теории Дарвина, и теперь он принимает ее. Он говорит: “Виды производны и изменчивы”. “Границы большинства видов настолько неопределимы, что лишь немногие натуралисты согласны с ними”.

Эйса Грей получил от Дарвина предварительный экземпляр книги, которая должна была произвести революцию в мировоззрении, и сразу же написал для Журнала рецензию на теорию Дарвина о происхождении видов посредством естественного отбора (29, 153, 1860). Это великолепный, критический, но справедливый научный обзор эпохальной книги Дарвина. Очевидно, взгляды, сходные с взглядами английского ученого, давно занимали Грея, поскольку он легко и быстро освоил эту работу. Он легко относится к мыслям Дарвина о видах, которые были идеалистическими и не гармонировали с натуралистическими взглядами Дарвина. С другой стороны, он подробно сравнивает взгляды Дарвина со взглядами креационистов, примером чего является Луис Агассис, и говорит, что “Налицо самое большое расхождение”.

Грей, в частности, говорит:

Суть работы мистера Дарвина состоит в том, чтобы показать, что такие разновидности постепенно разделяются на виды и роды посредством естественного отбора; что естественный отбор является неизбежным результатом борьбы за существование, в которую вовлечены все живые существа; и что эта борьба является неизбежным следствием нескольких естественных причин, но главным образом высокой скорости, с которой все органические существа имеют тенденцию к размножению.

Дарвин уверен, что промежуточные формы должны были существовать; что в древние времена, когда роды, семейства и отряды отделялись от своих родительских групп, градации существовали столь же тонкие, как те, которые сейчас соединяют близкородственные виды с разновидностями. Но они прошли мимо и не оставили никаких следов. Геологическая летопись, даже если она вся выставлена на всеобщее обозрение, представляет собой книгу, из которой утеряны не только многие страницы, но даже целые альтернативные главы, или, скорее, которые никогда не печатались по автографам nature. Запись фактически была сделана ископаемой литографией только в определенное время и при определенных условиях (т. е. В периоды медленного оседания и в местах обильных отложений); и все эти записи, кроме последнего тома, вышли из печати; и на его страницах были получены только локальные снимки. Геологи, за исключением Лайелла, будут возражать против этого — одни умеренно, другие горячо. Сам мистер Дарвин признает с откровенностью, редко проявляемой в подобных случаях, что ему следовало ожидать больше геологических свидетельств перехода, чем он находит, и что все самые выдающиеся палеонтологи поддерживают неизменность видов.

Однако во многом полагаются на общий факт, что ископаемая фауна каждого периода в целом является почти промежуточной по своему характеру между предшествующей и последующей фаунами. Насна шаг приближает к желаемому выводу аналогичный "факт", на котором настаивают все палеонтологи, а именно, что окаменелости из двух последовательных формаций гораздо более тесно связаны друг с другом, чем окаменелости из двух удаленных формаций.

Хорошо сказано, что все органические существа сформировались по двум великим законам: Единства типа и приспособления к условиям существования.... Мистер Дарвин естественным

образом гармонизирует и объясняет их. Приспособление к условиям существования является результатом Естественного отбора; Единства типа, единства происхождения”.

За статьей Грея вскоре последовала другая от Агассиса, посвященная индивидуальности и специфическим различиям между акалефами, но основное название - “Проф. Дж. Агассис о происхождении видов” (30, 142, 1860). Агассис твердо придерживается своих хорошо известных взглядов и приходит к следующему выводу:

“Если бы теория трансмутации была верна, геологическая летопись должна была бы демонстрировать непрерывную последовательность типов, постепенно переходящих друг в друга. Дело в том, что на протяжении всех геологических эпох каждый период характеризуется определенными специфическими типами, принадлежащими к определенным родам, а те - к определенным семействам, относимыми к определенным порядкам, составляющими определенные классы и определенные ветви, построенные по определенным планам. До тех пор, пока не будет доказано, что факты Природы были ошибочными теми, кто их собрал, и что они имеют значение, отличное от того, которое им обычно придается сейчас, я буду поэтому рассматривать теорию трансмутации как научную ошибку, неверную в своих фактах, ненаучную в своем методе и пагубную в своей тенденции ”.

Дана в рецензии на хорошо известную книгу Хаксли "Место человека в природе" (35, 451, 1863) утверждает, что человек отличается от грубой природы, потому что человек демонстрирует “крайнюю цефализацию”, поскольку у него есть руки, которые больше не используются для передвижения, а скорее опираются на голову, и потому что у него гораздо более высокий уровень мышления и речи. Что касается дарвиновской теории, то доказательства, по его словам, “исходят из низших сфер жизни и признаются ее сторонниками чрезвычайно скудными и несовершенными”.

Развитие эволюции описано в журнале в статье Эйсы Грея о Чарльзе Дарвине (24, 453, 1882), в которой о последнем говорится как о “самом знаменитом деятеле науки девятнадцатого века” и, кроме того, как об “одном из самых добрых и очаровательных, незатронутых, простодушных и привлекательных людей”. Что касается подъема эволюции в Америке, больше можно узнать из статьи Даны об Эйсе Грее (35, 181, 1888). Здесь мы читаем, как продолжение его Мыслей о видах, что “статью, возможно, можно рассматривать как кульминацию прошлого, точно так же, как должно было появиться новое будущее”. Наконец, в этой связи следует упомянуть статью О. К. Марша о Томасе Генри Хаксли (50, 177, 1895), в которой зафиксирована доля последнего в создании эволюционной теории.

Мы видели, что изначально Дана был креационистом, но в течение своей долгой и плодотворной жизни он постепенно стал эволюционистом и скорее неоламаркистом, чем дарвинистом. Это изменение можно проследить в различных изданиях его Руководства по геологии, и в последнем издании 1895 года он говорит, что его “умозрительные выводы” 1852 года относительно происхождения видов не “согласуются с нынешним суждением автора”. “Доказательства в пользу эволюции путем вариаций в настоящее время считаются по существу полными”. С другой стороны, хотя человек “бесспорно” тесно связан по структуре с человекообразными обезьянами, все же он не связан с ними, а стоит особняком благодаря “вмешательству Силы, стоящей над Природой”.... Вера в то, что Природа существует благодаря воле и вечно действующей силе Божественного Существа, и ... что вся Вселенная не просто

зависит, но фактически является Волей единого Высшего Разума, Природы, с Человеком как ее кульминационным видом, больше не является тайной ”.

В Америке большинство палеонтологов придерживаются неоламарксистской школы, которая была независимо разработана Э. Д. Коупом (1840-1897) на основе данных о позвоночных и Алфеем Хайаттом (1838-1902), главным образом, на основе данных об аммонитах. Они считают, что вариации и приобретенные признаки возникают под воздействием окружающей среды, механики организма, возникающей в результате использования или неиспользования органов, и т.д. Одним из ведущих представителей этой школы является А. С. Паккард, чья книга о Ламарке "Его жизнь и творчество", 1901, полностью объясняет доктрины неоламаркианцев.

Развитие палеонтологии беспозвоночных.

Как и кем была развита палеонтология, было полностью изложено в Журнале в очень ясной форме профессором Маршем в его памятном президентском обращении 1879 года "История и методы палеонтологических открытий" (18, 323, 1879) и Карлом фон Циттелем в его интереснейшей книге "История геологии и палеонтологии", 1901. В этом обсуждении мы будем в основном следовать Маршу.

Наука палеонтология пережила четыре периода, первый из которых - долгий *мистический период*, продолжавшийся до начала семнадцатого века, когда идея о том, что окаменелости когда-то были живыми существами, воспринималась крайне редко. Вторым периодом был *диллювиальный период* восемнадцатого века, когда почти все считали окаменелости остатками Ноева потопа. С началом девятнадцатого века в Западной Европе появилось знание о том, что окаменелости являются "медалями творения" и что они имеют хроногенетическое значение; также о том, что жизнь периодически уничтожалась в результате всемирных потрясений в природе. Примерно с 1800 по 1860 год было время креационистов и катастрофистов, которое может быть известно как *Катастрофический период*. Четвертый период начался в 1860 году с книги Дарвина "Происхождение видов". С тех пор теория эволюции пронизывает все работы по палеонтологии, и, соответственно, это время может быть известно как *Эволюционный период*.

Мистический период. Мистический период в палеонтологии начинается с греков, за пять веков до нашей эры, и продолжается вплоть до начала семнадцатого века нашего времени. Некоторые правильно поняли, что окаменелости когда-то были живыми морскими животными и что море было там, где они встречаются сейчас. Другие интерпретировали ископаемые кости млекопитающих как кости человеческих гигантов, титанов, но аристотелевская точка зрения о том, что они возникли спонтанно благодаря скрытым силам земли, доминировала во всех размышлениях около двадцати столетий.

В шестнадцатом веке в Северной Италии рыли каналы, и обнаруженные таким образом многочисленные окаменелости вызвали ожесточенную дискуссию относительно их истинной природы. Леонардо да Винчи (1452-1519) выступил против общепринятого взгляда на их самопроизвольное зарождение и сказал, что это останки когда-то живших животных и что море было тем местом, где они встречаются. "Вы говорите мне, - сказал он, - что природа и влияние звезд сформировали эти раковины в горах; тогда покажите мне место в горах, где звезды в настоящее время создают формы раковин разного возраста и разных видов в одном и том же месте". Однако из его учения и учений его соотечественника Фракасторио (1483-1553) ничего не вышло, который еще больше высмеял идею о том, что они были остатками всемирного

потопа. Первый минералог Агрикола описал их как минералы — окаменелости — и сказал, что они возникли в земле из жирового вещества, подвергшегося ферментации при нагревании. Другие говорили, что это причуды природы. Мартин Листер (1638-1711) изобразил окаменелости рядом с живыми раковинами, чтобы показать, что они были вымершими формами жизни. В семнадцатом веке, и особенно в Италии и Германии, было опубликовано много книг об окаменелостях, некоторые из которых снабжены настолько точными иллюстрациями, что этот вид можно узнать и сегодня. Наконец, к концу нынешнего столетия влиянию Аристотеля и схоластов к диспутам более или менее пришел конец. Окаменелости уже были для многих натуралистов некогда живыми растениями и животными. Марш утверждает: “Многочисленные коллекции окаменелостей, которые были собраны вместе, и иллюстрированные работы, которые были опубликованы о них, стали основой для большего прогресса, и с восемнадцатого века начался второй период в истории палеонтологии”.

Дилювиальный период.— В течение восемнадцатого века в Западной Европе было опубликовано еще много книг об окаменелостях, и теперь преобладающим объяснением было то, что это были остатки Ноева потопа. На протяжении почти столетия как богословы, так и миряне придерживались этой точки зрения, и некоторые книги стали известными на этот счет, но к концу восемнадцатого века дилювиальные взгляды заметно пришли в упадок.

Теперь была четко определена истинная природа окаменелостей. Это были остатки растений и животных, отложившиеся задолго до всемирного потопа, частью в пресной воде, частью в море. “Некоторые указывали на мягкий климат, а некоторые - на тропики. То, что какой-либо из этих видов был вымершим, пока только предполагалось”. Однако еще до конца столетия в Англии и Франции нашлись люди, которые указали, что в разных формациях есть разные окаменелости и что некоторые из них вымерли. Эти взгляды затем привели к множеству фантастических теорий о том, как образовалась земля, — большинство из них получили название снов. Марш говорит:

“Доминирующей идеей первых шестнадцати столетий нашей эры было то, что вселенная была создана для Человека. Это было большим препятствием для правильного определения положения земли во Вселенной, а позже и возраста земли.... В суеверный век, когда каждое естественное событие приписывается сверхъестественной причине, наука не может жить.... Едва ли менее губительной для роста науки является эпоха авторитета, что слишком хорошо доказывает прошлое. Со свободой мысли пришли определенные знания и определенный прогресс, но ждать две тысячи лет было слишком долго”.

Одной из самых значительных публикаций этого периода была “Естественная система” Линнея, появившаяся в 1735 году. В этой работе была введена биномиальная номенклатура, или система присвоения каждому виду растений и животных общего и видового названия, например, *Felis leo* для обозначения льва. Эта система, однако, не была установлена до десятого издания работы в 1758 году, которое стало отправной точкой зоологической номенклатуры. С тех пор был добавлен еще один канон, закон приоритета, который гласит, что первое название, примененное к данной форме, должно противопоставляться всем более поздним названиям, данным тому же организму.

Катастрофический период.— С началом девятнадцатого века началась новая эра в палеонтологии, и это было время, когда были заложены основы этой науки. Этот период продолжался шесть десятилетий, или до времен происхождения видов. Марш говорит, что

теперь “метод заменил беспорядок, а систематическое изучение вытеснило случайное наблюдение”. Были точно определены окаменелости, проведены сравнения с живыми формами и виды названы в соответствии с биномиальной системой. Однако каждый вид, недавний и вымерший, рассматривался как отдельное творение, и из-за обычно резкого деления наложенных друг на друга ископаемых фаун и флор считалось, что они были уничтожены в результате серии периодических катастроф, последней из которых был Ноев потоп.

Ламарк между 1802 и 1806 годами описал третичные раковины Парижского бассейна. Сравнивая их с живыми формами, он увидел, что большинство окаменелостей принадлежат к вымершим видам, и таким образом он стал основателем современной палеонтологии беспозвоночных. Он также утверждал после 1801 года, что жизнь была непрерывной с момента своего возникновения и что природа была однородной в ходе своего развития. Марш добавляет:

“Его исследования окаменелостей беспозвоночных Парижского бассейна, хотя и менее поразительные, были не менее важны, чем исследования Кювье позвоночных; а выводы, которые он сделал на их основе, составляют основу современной биологии”.

“Ламарк был гением-пророком, на полвека опередившим свое время”.

Кювье основал сравнительную анатомию и палеонтологию позвоночных и был одним из первых, кто указал, что почти все ископаемые животные являются вымершими формами. К последнему выводу он пришел в 1796 году, изучая ископаемых слонов, найденных в Европе. “Кювье обогатил животный мир за счет внедрения ископаемых форм среди живых, объединив все это в одну всеобъемлющую систему”. Это открыло ему совершенно новые взгляды на теорию земли, и он посвятил более двадцати пяти лет разработке теорий особого сотворения мира и катастрофизма, описанных в его Рассуждении о вращениях поверхности Земного шара. “При всем своем знании земли он не мог освободиться от традиций и верил в универсальность и силу Моисеева потопа. И снова он отказался признать доказательства, выдвинутые его выдающимися коллегами против постоянства видов, и использовал все свое огромное влияние, чтобы сокрушить доктрину эволюции, тогда впервые предложенную” (Марш).

В Англии Уильям Смит (1769-1839) независимо открыл хроногенетическое значение окаменелостей и в их стратиграфическом наложении указал путь для изучения исторической геологии. Впервые он опубликовал статью по этому вопросу в 1799 году, но его законченные утверждения были опубликованы в работах, озаглавленных “Слои, идентифицированные по организованным ископаемым”, 1816-1820, и “Стратиграфическая система организованных ископаемых”, 1817.

Палеонтология беспозвоночных в Америке в катастрофический период началась с Лесуэра, который в 1818 году описал ордовикского брюхоногого моллюска *Maclurites magna*. Все палеонтологи того времени были удовлетворены описанием видов и родов и общим определением стратиграфического значения ископаемых фаун и флор. Джеймс Холл в 1854 году (17, 312) знал о 1588 видах, описанных и неописанных, в нью-Йоркской системе, в то время как в Англии Моррис перечислил в том году 8300 палеозойских форм. В 1856 году Дана перечисляет известные ископаемые виды следующим образом (22, 333): Общее количество известных американских видов животных от пермского периода до недавнего времени составляет около

2000; в то время как в Великобритании и Европе насчитывалось более 20 000 видов. В пермском периоде у нас их нет, в то время как в Европе насчитывается более 200 видов. В триасе у нас их нет, в Европе 1000 видов; в юрском периоде 60, в Европе более 4000; в меловом периоде от 350 до 400, в Европе около 6000; в третичном периоде едва ли 1500, в Европе около 8000. С тех пор были развиты почти все крупные американские палеозойские фауны, но тысячи видов еще предстоит описать. О том, кем были наиболее выдающиеся американские палеонтологи того периода, рассказывается в разделе, посвященном развитию геологической колонки.

Более грандиозные палеонтологические результаты катастрофического периода были так хорошо изложены Маршем, что нам стоит повторить их здесь:

“Теперь было неопровержимо доказано, что по крайней мере части земной поверхности много раз покрывались морем с чередованием пресной воды и суши; что отложившиеся таким образом слои формировались последовательно, причем самый нижний из ряда был древнейшим; что отчетливая последовательность животных и растений населяла землю в разные геологические периоды; и что порядок последовательности, обнаруженный в одной части земли, был по существу одинаковым во всех. К настоящему времени описано более 30 000 новых видов вымерших животных и растений. Было обнаружено также, что от древнейших формаций к самым современным происходило повышение уровня жизни, как животной, так и растительной, причем древнейшие формы относились к простейшим, а высшие появлялись последовательно.

Более того, теперь стало ясно, что все окаменелости из более древних формаций были вымершими видами и что только в самых недавних отложениях сохранились остатки еще живых форм.... Другой важный вывод, достигнутый, главным образом, благодаря трудам Лайелла, состоял в том, что в прошлом земля не подвергалась внезапным и сильным революциям; но вызванные великие изменения были постепенными и ничем существенным не отличались от тех, которые все еще происходят. Как ни странно, следствие из этого предположения о том, что жизнь на земле тоже была непрерывной, в то время не входило в общепринятый запас знаний. В физическом мире был провозглашен и широко принят великий закон “соотношения сил”; но в органическом мире все еще господствовала догма о чудесном сотворении каждого отдельного вида”.

Эволюционный период.—Этот период начинается с 1860 года и публикации книги Дарвина “Происхождение видов” (конец 1859 года). Это период развития современной палеонтологии, в котором преобладает вера в то, что универсальные законы пронизывают не только неорганическую материю, но и всю жизнь. Луис Агассис прожил в Америке четырнадцать лет, когда вышла книга Дарвина, и его замечательное влияние на развитие зоологии в нашей стране, а также дальнейшее влияние, которое он оказывал через своих студентов, не могли не сказаться благотворно на палеонтологии беспозвоночных. Вскоре после начала этого периода, или в 1867 году, Алфеус Хайатт, один из учеников Агассиса, начал применять изучение эмбриологии к ископаемым головоногим моллюскам, ясно показав, что эти раковины сохраняют большую часть своих стадий роста или онтогенеза. Этому методу исследования затем последовали Р. Т. Джексон, К. Э. Бичер и Дж. П. Смит, и он привел к созданию естественных классификаций головоногих, брахиопод, трилобит и эхиноидей.

Ведущим палеонтологом по беспозвоночным того периода, конечно же, был Джеймс Холл, который описал около 5000 видов американских палеозойских окаменелостей. Он также

основал Государственный музей Нью-Йорка, в то время как вокруг его частных коллекций окаменелостей были созданы Американский музей естественной истории в Нью-Йорке и Музей Уокера в Чикагском университете. В его важнейшей лаборатории палеонтологии в Олбани полностью или частично прошли подготовку следующие палеонтологи: Ф. Б. Мик, К. А. Уайт, Р. П. Уитфилд, К. Д. Уолкотт, К. Э. Бичер, Джон М. Кларк и Чарльз Шухерт.

В Канаду благодаря работе Геологической службы Доминиона приехали палеонтологи Элкана Биллингс, а позже Дж. Ф. Уайтливз. “Отецканадской палеонтологии” сэр Уильям Доусон, развивавшийся независимо, был активен во всех областях науки и многое сделал для изучения геологии восточной Канады. Ни один организм не обсуждался так широко, чаще отвергался и принимался в качестве ископаемого, чем его “животное рассвета Канады”, *Эозон канаденс*, впервые описанный в 1865 году. Его сын, Джордж М. Доусон, был одним из директоров Геологической службы Канады. Наконец, обширная палеонтология канадского кембрия была разработана другим палеонтологом-самоучкой, Г. Ф. Мэтью.

Палеоботаника. Американская палеоботаника развивалась в течение этого, четвертого периода, посредством государственных и национальных исследований, сначала у Лео Лескерио, швейцарского студента, которого Агассис побудил приехать в Америку, и у Дж. С. Ньюберри. Второе поколение палеоботаников представлено Лестером Ф. Уордом и У. Н. Фонтейном, а третье поколение, нынешние работники, включают Ф. Х. Ноултона, Дэвида Уайта, Артура Холлика и Э. В. Берри. Г. Р. Виландом было разработано новое направление палеоботанической работы - гистология древесных, но псевдоморфных останков.

Более грандиозные результаты изучения палеонтологии в течение эволюционного периода можно резюмировать выводами Марша:

“Одной из главных характеристик этой эпохи является вера в то, что все живое, живущее и вымершее, произошло от простых форм. Другой выдающейся чертой является общепризнанный факт великой древности человеческой расы. Этого вполне достаточно, чтобы резко отличить этот период от тех, что ему предшествовали”.

Работа Чарльза Дарвина сразу привлекла к себе внимание и произвела в научной мысли революцию, которая “оказала влияние на палеонтологию так же сильно, как и на любой другой раздел науки.... В [предыдущий период] виды были представлены независимо параллельными линиями; в настоящий период они обозначены зависимыми ветвящимися линиями. Первый был аналитическим, второй - синтетическим периодом”.

Синтетический период.—Каким должно быть следующее направление в палеонтологии? Очевидно, что это должен быть Синтетический период, тот, который Марш в 1879 году обозначил следующими словами: “Но если нам будет позволено продолжить в воображении быстро сходящиеся направления исследований, проводимых сегодня, они, кажется, пересекутся в точке, где органическая и неорганическая природа становятся единым целым. Я не сомневаюсь, что эта точка все же будет достигнута”.

Этот синтетический период, предвосхищенный также Синтетической философией Герберта Спенсера, еще не наступил, но вскоре появится другой великий лидер. У нас есть пророчество о его пришествии в таких книгах, как “Приспособленность окружающей среды” Лоуренса Дж. Хендерсона, 1913; “Происхождение и природа жизни” Бенджамина Мура, 1913; “Организм в целом” Жака Леба, 1916; и “Происхождение и эволюция жизни” Генри Ф. Осборна, 1917.

Во всей природе, неорганической и органической, есть непрерывность и последовательность, красота и замысел. Мы начинаем видеть, что существуют вечные законы, постоянно взаимодействующие и приводящие к прогрессивной и регрессивной эволюции. Осознание этих научных открытий разжигает в нас стремление к большему знанию, и величайшие откровения еще впереди в синтезе наук.

Примечания.

3. Для получения более подробной информации об этих тиллитах и более древних из них см. "Климат геологического времени" Чарльза Шухерта, глава XXI в книге Хантингтона "Климатический фактор, проиллюстрированный в засушливой Америке", Публикация № 192 Института Карнеги в Вашингтоне, 1914. Также президентское обращение Артура П. Коулмана перед Геологическим обществом Америки в 1915 году, "Сухая земля в геологии", опубликованное в Бюллетене общества, 27, 175, 1916.

III СТОЛЕТИЕ ГЕОЛОГИИ.—ЭТАПЫ ПРОГРЕССА В ИНТЕРПРЕТАЦИИ ФОРМ СУШИ

ГЕРБЕРТ Э. ГРЕГОРИ

Суть физиографии заключается в вере в то, что формы рельефа представляют собой всего лишь этап в упорядоченном развитии особенностей земной поверхности; что различные динамические агенты выполняют свою характерную работу на протяжении всего геологического времени. Таким образом, формулировка принципов и процессов создания земной скульптуры была невозможна на основе гипотезы о готовой земле, черты которой по существу оставались неизменными, за исключением тех случаев, когда они изменялись в результате катастрофических процессов. В 1821 году Дж. У. Уилсон написал в "Дневнике": "Разве это не лучшая теория о земле, что Творец в начале, по крайней мере во время всемирного потопа, сформировал ее со всеми ее нынешними грандиозными характерными чертами?"^[4] Если это так, то поиск причин бесполезен, а изучение работы, выполняемой ручьями, ледниками и ветром, невыгодно. Вера в Всемирный Потоп как в единственное великое геологическое событие в истории земли привела к тому, что рассуждения Аристотеля, Геродота, Страбона и Овидия, а также прославленного араба Авиценны (980-1037), не сдерживаемые ссылками на факты, но также не встречающие противодействия со стороны духовенства или народных предрассудков, ближе к истине, чем нетерпимые, противоречивые труды интеллектуальных лидеров, пробным камнем которых была ортодоксальность. Несколько мыслителей шестнадцатого века восстали против бесконечного повторения ошибок, и Питер Северинус (1571) посоветовал своим ученикам: "Сожгите свои книги ... купите себе прочную обувь, уходите в горы, исследуйте долины, пустыни, берега морей.... Таким образом, и никаким другим, ты придешь к знанию вещей". Но убежденный "дилювиалист", который верил, что

миллион видов животных могут занять 450-футовый Ковчег, но не в то, что галька выветривается из скал или что реки размывают почву, не использовал свою наблюдательность.

Отдельные ростки науки о наземных формах, рассеянные по литературе семнадцатого и восемнадцатого веков, попали в неблагоприятную среду и дали незаметный рост. Даже их спонсоры мало что сделали для их развития. Стено (1631-1687) мягко предположил, что поверхностная скульптура, особенно в небольших масштабах, в значительной степени является работой текущей воды, а Геттард (1715-1786), поистине великий ум, постиг фундаментальные принципы денудации и успешно похоронил свои взгляды, а также свою репутацию в десятках книг и томах громоздкого рассеянного письма.

В начале девятнадцатого века был установлен достаточный свод принципов, оправдывающих признание науки о земле, геологии, и 195 томов Журнала, опубликованных к настоящему времени, содержат большую часть материалов, которые получили одобрение новой науки и придали известность американской мысли. На страницах журнала прогресс геологии можно проиллюстрировать, проследив колебания в развитии фактов и теорий, касающихся долин и ледниковых образований - тем, которым посвящена эта глава.

Интерпретация Долин.

Первопроходцы.

Десмареста (1725-1815) можно назвать отцом физиографии. С помощью конкретных примеров и здоровой индукции он установил (1774) доктрину о том, что долины центральной Франции образованы населяющими их ручьями. Он также предпринял первую попытку проследить историю ландшафта через его последовательные этапы на основе известных причин. Его методы и рассуждения практически идентичны методам Даттона, работавшего в древних лавах Нью-Мексико; а описание Уитни Столовых гор Калифорнии вполне могло появиться в мемуарах Десмареста.^[5] Учения Десмареста были усилены и расширены ДеСоссюром (1740-1799), автором термина “Геология” (1779), который увидел в тесной связи альпийских ручьев и долин свидетельства эрозии под действием проточной воды (1786).

Работы этих признанных лидеров геологической мысли привлекли на удивление мало внимания на Континенте, и книга Ламарка о денудации (Hydrogéologie), появившаяся в 1802 году, хотя и была важным вкладом, пропала из виду. Но семя французской школы нашло благодатную почву в Эдинбурге, центре геологического мира первой четверти девятнадцатого века. “Теория Земли Хаттона с доказательствами и иллюстрациями”, в которой с благодарностью признаются рекомендации Десоссюра и Десмареста, появилась в 1795 году. Первоначальная публикация вызвала интерес только местных жителей, но когда “Иллюстрации хаттоновской теории” Плейфера (1802) были представлены в привлекательной форме, проблема происхождения и развития форм суши заняла главенствующее положение в геологической мысли. Хаттону особенно повезло в его окружении. Он пользовался поддержкой и содействием группы способных коллег-ученых, а также ожесточенной оппозицией Джеймсона и защитников ортодоксии. Его взгляды обсуждались в научных публикациях и нашли свое отражение в литературных и богословских журналах. Концепция Хаттона о процессах формирования ландшафта — медленном подъеме и деградации гор, неравномерном выветривании и вырезании долин ручьями - имеет очень современный аспект. Книга Плейфейра вряд ли была бы неуместна в классной комнате двадцатого века. Из него цитируются следующие абзацы:^[6]

“... Река, русло которой одновременно извилистое и глубоко вырыто в скале, относится к числу явлений, с помощью которых наиболее прямо указывается на медленное опустошение земли, а также на причину этого опустошения.

Структура горных долин ясно показывает, какой причине следует приписать их существование. Здесь мы имеем сначала большую долину, непосредственно сообщающуюся с равниной и петляющую между высокими горными хребтами, в то время как река на дне ее спускается по поверхности, примечательной в такой обстановке своим равномерным уклоном. В него впадает множество поперечных или второстепенных долин, пересекающих хребты по обе стороны от первого, каждая из которых вносит свой вклад в основной поток, пропорциональный его величине; и, за исключением тех случаев, когда время от времени вмешивается водопад, все они имеют ту приятную регулировку уровня, которая тем замечательнее, чем больше неровность поверхности. В эти второстепенные долины впадают другие, меньшего размера; и среди гор первого порядка, где все расположено в наибольшем масштабе, эти разветвления продолжают до четвертого и даже пятого, каждое из которых уменьшается в размерах по мере увеличения высоты и уменьшения запасов воды в нем. Во всех них в целом соблюдается этот закон, что там, где более высокая долина соединяется с более низкой, из двух углов, которые она образует с последней, тот, который тупой, всегда находится на нисходящей стороне; ... что еще, кроме самой воды, прокладывающей свой путь через препятствия неравного сопротивления, могло бы открыть или поддерживать сообщение между неровностями неровной и высокогорной поверхности

... Вероятность того, что такое строение [расположение долин] возникло по другой причине, равна вероятности того, что оно возникло в результате течения воды, в такой пропорции, как единица относится к числу, бесконечно большому.

... Вместе с доктором Хаттоном мы будем склонны рассматривать те огромные горные цепи, которые пересекают поверхность земного шара, как вырезанные из массивов, гораздо больших и возвышенных, чем все, что осталось сейчас.

Из этого постепенного превращения озер в реки следует, что озеро - это всего лишь временное и случайное состояние реки, которая с каждым днем приближается к своему концу; и истинность этого подтверждается не только теми озерами, которые существовали ранее, но и теми, которые продолжают существовать”.

Делает шаг назад.

Даже четких рассуждений Хаттона, твердо подкрепленных конкретными примерами, было недостаточно, чтобы преодолеть веру в готовые или насильственно сформированные долины, оригинальные извилины и неровности поверхности гор. Страницы журнала показывают, что принципы, заложенные Playfair, слишком опережали время, чтобы обеспечить всеобщее признание. В первом томе журнала ущелье Французской Брод-Ривер приписывается Кейном “какому-то ужасному потрясению в природе, которое, вероятно, потрясло эти горы до основания”,^[7] а ущелье нижнего Коннектикута рассматривается Хичкоком (1824)^[8] как брешь, которая осушила ряд озер “незадолго до заселения этой страны”. Преобладающая точка зрения американцев и англичан на первую четверть девятнадцатого века выражена в обзорах в этом журнале, где с одобрением цитируются хорошо известные выводы Конибера и Филлипса о том, что ручьи непригодны для раскопок долин, и выражается восхищение знаменитой работой

Бакленда “Reliquiæ Diluvianæ”, томом объемом 300 страниц кварто, посвященным доказательствам всемирного потопа. Профессор Йельского университета Силлиман и профессор Оксфорда Бакленд увидели, что принятие взглядов Хаттона влечет за собой отрицание библейского потопа, и много места уделяется борьбе с этими “ошибочными” и “ненаучными” взглядами. Например, Бакленд говорит:^[9]

“... Общее мнение таково, что существующих ручьев, лавин и озер, преодолевающих свои барьеры, достаточно для объяснения всех происходящих в них явлений, и немало геологов, особенно представителей хаттоновской школы, во главе которой стоит профессор Плейфейр, до недавнего времени придерживались этого мнения.... Но теперь почти каждому человеку, беспристрастно исследующему факты в отношении существующих долин, совершенно ясно, что действующие сейчас причины, упомянутые выше, совершенно неадекватны их возникновению; более того, что такое предположение было бы физически невозможным. Мы не верим, что одна тысячная часть наших нынешних долин была вырыта силой существующих ручьев.... В очень многих случаях обнаруживается, что крупные реки не сформировали свои собственные русла, но на самом деле постепенно заполняют их.

Опять же, как получается, что исток реки часто находится ниже устья долины, если река прорыла эту долину?

Однако, по нашему мнению, наиболее весомым аргументом против предположения, с которым мы боремся, является явление поперечных и продольных долин; ни то, ни другое не могло быть образовано существующими ручьями”.

Филлипс пишет в 1829 году:^[10] “Выемка долин не может быть объяснена ни какой другой причиной, кроме сильного наводнения, которое перешло через холмы, с вершин которых спускаются эти долины”.

Вера в Ноев потоп как основной фактор эрозии быстро утратила свои позиции благодаря учению Лайелла после 1830 года, но теория систематического освоения ландшафтов реками мало что приобрела. Фактически, Скроуп в 1830 году,^[11] показав, что укоренившиеся меандры Мозеля доказывают постепенную поступательную работу ручья, опередил своего английского современника. Судя по публикациям в журнале, учение Лайелла послужило некоторой стандартизации американского мнения о земной скульптуре следующим образом: океан - великий создатель долин, но реки также создают их; положение долин определяется первоначальными или обновленными неровностями поверхности или разломами; исключительные явления — землетрясения, прорыв озер, перевороты и впадины — сыграли важную роль. Хейс (1839)^[12] считал, что поверхность Нью-Йорка по сути представляет собой поднятое морское дно, измененное в результате эрозии волнами и океанскими течениями. Седжвик (1838)^[13] считал высокогорные озерные бассейны доказательством наличия долин, которые сформировались под морем. Дарвин (1844) считал, что многие долины в Чилийских Кордильерах возникли в результате действия волн и приливов, а водные промежутки приписываются течениям, “прорывающимся через хребет в тех точках, где слои были наименее наклонены и, следовательно, высота меньше”. Говоря о великолепных изрезанных ручьями каньонах Голубых гор Нового Южного Уэльса, ущельях, ведущих к узким выходам через моноклинали, Дарвин говорит: “Приписывать эти впадины аллювиальной деятельности было бы нелепо”.^[14]

Влияние структуры на формирование долин подчеркивается многими авторами журнала. Хилдрет в 1836 году в ценной статье,^[15] которая, возможно, является первым подробным топографическим описанием дренажа в складчатых слоях, выражает мнение, что хребты и долины Западной Вирджинии возникли раньше ручьев и что водные промежутки, хотя и прорезаны реками, включают в себя ранее существовавшие озера. Геддес (1826)^[16] отрицал, что река Ниагара прорезала свое русло, и говорит о долинах, которые “были долинами, когда движущийся дух повелевал водам течь”. Конрад (1839)^[17] обсуждали структурный контроль Мохока, Огайо и Миссисипи, а лейтенант Уоррен (1859)^[18] пришли к выводу, что Ниобрара, должно быть, возникла в трещине. Согласно Лесли (1862)^[19] течение Нью-Ривер через Большую долину и в Аппалачи, “врезающееся в склон”, определяется соединением антиклинальных структур на севере с разломными моноклиналями на юге; вывод, гармонирующий со взглядами Эдварда Хичкока (1841)^[17] что основные долины и горные перевалы имеют структурное происхождение и что даже подчиненные складки и разломы могут определять второстепенные особенности. “Разве это не прекрасный пример предполагаемой благосклонности со стороны Божества, таким образом, посредством сильного разлома первичных гор обеспечить легкое общение через альпийские регионы бесчисленные века спустя!” Степень отклонения от руководства Десоссюра и Плейфера по прошествии 50 лет демонстрируют студенты из Швейцарии. Альпийские долины для Мерчисона (1851) были заливами древнего моря; Шлагинвейт (1852) счел региональные и локальные сложные движения земной коры удовлетворительной причиной, а Форбс (1863) видел только ледники.

Долины, образованные реками.

Один сильный голос до 1860 года, по-видимому, призывал американцев вернуться к истинам, изложенным Демарестом и Хаттоном. Дана в 1850 году^[20] наглядно продемонстрировал, что долины на островах Тихого океана не обязаны ни своему происхождению, ни положению, ни форме морю или структурным факторам. Это работа существующих ручьев, которые проели себе путь вверх по течению. Показано, что даже долины Австралии, упомянутые Дарвином в качестве типичных примеров работы океана, являются продуктами нормальной работы ручьев. Дана пошла дальше и закрепила хаттоновскую идею о том, что многие заливы, бухточки и фьорды - всего лишь затопленные устья долин, образованных ручьями. В том же томе, в котором появились эти выводы, Хаббард (1850)^[21] объявил, что в Нью-Гэмпшире “самые глубокие долины - это всего лишь долины эрозии”. Теория о том, что долины образованы населяющими их ручьями, была практически общепринятой после описания Ф. В. Хейденом^[22] ущелий Скалистых гор (1862) и интерпретации Ньюберри каньонов Аризоны (1862); но научный мир был плохо подготовлен к заявлению Ньюберри:^[23]

“Подобно великим каньонам Колорадо, широкие долины, ограниченные высокими и перпендикулярными стенами, *принадлежат обширной системе эрозии и полностью обусловлены действием воды....* Первым и наиболее правдоподобным объяснением поразительных особенностей поверхности этого региона будет отнесение их к тому воплощению непреодолимой мощи - мечу, который разрушает так много геологических узлов, — вулканической силе. Великий каньон Колорадо можно было бы рассматривать как обширную трещину или разлом в земной коре, а резкое окончание ступеней столовых земель - как отмечающие линии смещения. Эта теория, хотя и столь правдоподобная и полностью адекватная для объяснения всех поразительных явлений, лишена единственного условия для принятия, и это *истина*”.

Учитывая такие потрясающие примеры, изречение Хаттона казалось разумным: “нет места, по которому раньше не текли реки”.

Денудация реками.

Общее признание способности ручьев образовывать долины было необходимой прелюдией к более широкому взгляду, выраженному Джаксом (1862)^[24]

“Поверхности наших нынешних земель - это такие же резные и изваянные поверхности, как медальон, вырезанный из плиты, или статуя, изваянная из глыбы. Они были постепенно разрушены в результате удаления породы, которая когда-то покрывала их, и сами по себе имеют лишь кратковременную продолжительность существования, всегда медленно разрушаясь”.

Материалы, опубликованные в журнале в период с 1850 по 1870 год, показывают тенденцию признавать более высокие степени эрозии реками, но необходимый конечный продукт субаэриальной эрозии - равнина — впервые четко определен Пауэллом в 1875 году.^[25] Формулируя свои идеи, Пауэлл ввел термин “базовый уровень”, который можно назвать зародышевым словом, из которого вырос “цикл эрозии”, главный ключ современных физиологов. Первоначальное определение базового уровня следующее:

“Мы можем рассматривать уровень моря как общий базовый уровень, ниже которого засушливые земли не могут подвергаться эрозии; но мы также можем иметь, для локальных и временных целей, другие базовые уровни эрозии, которые представляют собой уровни русел основных потоков, уносящих продукты эрозии. (Я беру на себя некоторую вольность в использовании термина ‘уровень’ в этой связи, поскольку действие бегущего потока при прохождении его русла прекращается для всех практических целей до того, как его русло полностью достигнет уровня нижнего конца потока. То, что я назвал базового уровня будет, по сути, быть воображаемой поверхности, наклоняя чуть-чуть во всех ее частей, к нижнему концу основного потока, слив зона, через которую уровне предполагается продлить, или имеющие наклон его частей менялось в направлении, как это определено в притоках.)”

Анализ точки зрения Пауэлла придавал определенности различию между “базовым уровнем”, воображаемой плоскостью, и “почти безликой равниной”, реальной поверхностью суши, образовавшейся на последней стадии субаэриальной эрозии.

После их открытия в провинции плато Колорадо поверхности денудации были обнаружены на атлантическом склоне и обсуждены Макги (1888),^[26] в статье, примечательной демонстрацией использования физиографических методов и критериев при решении стратиграфических проблем. Дэвис (1889)^[27] описал возвышенность южной Новой Англии, развитую в меловой период, введя термин “пенеплейн”, “почти безликая равнина”. Непродолжительная оппозиция теории пенепланирования указывает на то, что, по крайней мере, в Америке идею нужно было только сформулировать, чтобы обеспечить принятие.

Интересно отметить, что поверхности, которые сейчас классифицируются как пенеплены, были полностью описаны Персивалем (1842),^[28] который присвоил им структуру, и Керром (1880),^[29] который считал ледники своим агентом. В Европе “денудационные равнины” были четко обозначены Рамзи (1846), Джаксом (1862), А. Гейки (1865), Фостером и Топли (1865), Моу (1866), Уинном (1867), Уитакером (1867), Макинтошем (1869), Грином (1882), Рихтгофеном (1882), но все

они рассматривались как продукты морской деятельности, и писатели более позднего времени в Англии, похоже, неохотно отводили второстепенное место разрушительной силе волн. Американцы, с другой стороны, мыслили в терминах рек, и большой вклад американской школы заключается не в том, что пенеплены существуют, а в том, что они являются результатом нормальной субаэральной эрозии. Более точные полевые методы, применявшиеся в течение последнего десятилетия, выявили тот факт, что ни один агент не несет ответственности за формы суши, классифицируемые как пенеплены; что необходимо принимать во внимание не только реки и океан, но и лед, ветер, структуру и топографическое положение.

Признанию рек как создателей долин и конечного результата работы ручьев обязательно предшествовал анализ процесса субаэральной эрозии. Первый и последний термины были известны, промежуточные термины и последовательность еще предстояло установить. Значительный вклад в решение этой проблемы внес Джакс (1862).^[34]

“... Я полагаю, что боковые долины - это те, которые были впервые образованы дренажом, стекающим непосредственно с гребней цепей, а продольные были впоследствии разработаны вдоль более мягких или подверженных эрозии слоев, обнаженных на флангах этих цепей”.

Обсуждение Пауэллом предшествующего и последующего дренажа (1875) и глава Гилберта о наземной скульптуре в отчете Генри Маунтина (1880) являются классическими, а вклад Макги^[30] содержит важные предложения, но основные статьи принадлежат Дэвису,^[31] воз представляет анализ форм суши на основе структуры и возраста заявлением:

“Будучи полностью убежденным в постепенной и систематической эволюции топографических форм, теперь желательно ... найти причины расположения ручьев в их нынешнем русле; вернуться, если возможно, к ранней дате, когда центральная Пенсильвания впервые поднялась из моря, и проследить развитие нескольких речных систем, которые затем распространились по ней, с их древнего начала до настоящего времени”.

То, что такая задача могла быть выполнена четверть века назад и сегодня считается частью повседневной полевой работы, показывает, насколько полностью были восстановлены утраченные за полвека позиции и насколько быстрым был прогресс в знаниях о наземной скульптуре с тех пор, как были интерпретированы каньоны плато Колорадо.

Особенности, возникшие в результате оледенения.

Заявленная проблема.

В начале девятнадцатого века, когда предположения о недрах земли частично уступили место наблюдениям за поверхностью земли, геологи столкнулись, пожалуй, с самой сложной проблемой в истории науки. Как заявил редактор журнала в 1821 году:^[32]

“Почти повсеместное существование обкатанной гальки и каменных глыб не только на берегах океанов, морей, озер и рек; но и их существование, часто в огромных количествах, в местах, совершенно удаленных от больших водоемов; внутри страны — на высоких берегах, залегающих в пластах или рассеянных, иногда, в изобилии, на поверхности почти каждого региона, а иногда на вершинах и склонах гор, а также в долинах между ними; все их отличие, во многих случаях, от скал в стране, где они находятся, — округлые массы и отложение гальки первичных пород во вторичных и аллювиальных регионах, и наоборот; эти и множество

подобных фактов всегда поражали нас как одно из самых интересных геологических явлений, которое крайне неадекватно объясняется существующими теориями”.

Явления, требующие объяснения — беспорядочные массы “дилювия”, полированные и бороздчатые породы, валуны, распределенные с явным пренебрежением топографией, — были действительно поразительными. Даже Лайель, великий сторонник униформизма, похоже, утратил веру в свои теории, столкнувшись с фактами, для объяснения которых известных причин казалось недостаточно. О вызванном интересе свидетельствует 31 заголовок в журнале за первые два десятилетия существования, статьи, которые включают спекуляции, не подкрепленные логикой или фактами, полевые наблюдения без объяснения, полевые наблюдения с фантастическим объяснением, *заявления выдающихся людей с кафедры*, здравые рассуждения на основе недостаточных данных и незамутненное признание причины и следствия как малоизвестными, так и выдающимися людьми. При небольших знаниях о ледниках, геологии местности или о структуре и составе дрейфа были задействованы все известные силы: обычное выветривание, катастрофические наводнения, океанские течения, волны, айсберги, ледники, ветер и даже отложения из первичной атмосферы (Шабье, 1823). Человеческие агентства не были отброшены. Говоря о гранитной чаше в Северном Салеме, штат Нью-Йорк, описанной Корнелиусом (1820)^[33] как покоящейся на известняке, Финч (1824)^[34] говорит: “Это великолепный кромлех и самый древний и почитаемый памятник, которым обладает Америка”. В отсутствие известной причины катастрофические явления кажутся разумными.

Всемирный потоп.

В седьмом томе журнала (1824)^[35] мы читаем:

“После образования этих правильных слоев песка, глины, известняка и т. Д. Произошло ужасное излияние воды с севера, или северо-запада, которое во многих местах покрыло предыдущие образования мелким гравием и унесло с собой те огромные массы гранита и более старые породы, которые по сей день свидетельствуют о разрушении прежнего мира”.

Другой автор замечает:

“Мы находим мантию как бы из песка и гравия, безразлично покрывающую все твердые слои и, очевидно, образовавшуюся в результате какой-то конвульсии, которая разорвала и частично разрушила эти слои”

Катастрофа, которой отдает предпочтение большинство геологов, заключалась в сильном выбросе воды — “мы считаем, - говорит редактор, - что все геологи согласны в том, что ... разбавление вызвано наводнением в тот или иной период”.^[36] Такие выводы в немалой степени опирались на хорошо известный трактат Хейдена о поверхностных отложениях (1821),^[37] том, который заслуживает видного места в американской геологической литературе. Хейден четко различал топографические и структурные особенности дрейфа, но нашел адекватную причину в общих широко распространенных течениях, которые “безудержно текли через весь континент ... с северо-востока на юго-запад”. В рецензии на книгу Хейдена Силлиман замечает:

“Общей причиной этих течений, по мнению мистера Хейдена, является Ноев потоп. Хотя никто не будет возражать против правомерности приписывания этой катастрофе очень многих, возможно, большинства наших наносных черт, мы считаем, что ни мистер Хейден, ни какой-

либо другой человек не обязаны доказывать непосредственную физическую причину этого мстительного поступка.

Мы хотели бы попросить разрешения предложить следующее в качестве причины, которая, *возможно* have aided in deluging the earth, and which, were there occasion, *might* сделать это снова. В

Существование огромных пещер в недрах земли (которые так часто воображаются авторами), по-видимому, не является слишком экстравагантным предположением. Это правда, что это невозможно доказать, но в сфере диаметром восемь тысяч миль не было бы ничего необычного в том, что могло бы существовать множество полостей, которые вместе или даже по отдельности вполне могли бы содержать гораздо больше, чем все наши океаны, морей и других поверхностных вод, глубина ни одной из которых, вероятно, не превышает нескольких миль. Если эти полости каким-либо образом сообщаются с океанами и заполнены водой (как будто они вообще существуют, что, вероятно, так и есть), то, как мы предполагаем, существуют агенты, очень компетентные для удаления воды из этих полостей и, таким образом, для затопления в любое время суши”.

Учение Хейдена было благосклонно воспринято Хичкоком, Страудером и Хаббардом, а также многими европейцами. Они нашли чемпиона в лице Джексона, который заявляет (1839):^[38]

“Из наблюдений, сделанных на горе Ктаадн, доказано, что течение действительно перехлестывало через вершину этой высокой горы, и, следовательно, разбавляющие воды поднялись на высоту более 5000 футов. Следовательно, мы можем доказать, что древний океан, омывавший поверхность Штата, имел глубину по меньшей мере в милю, и его транспортирующая способность, должно быть, была значительно увеличена из-за огромного давления”.

Гибсон, изучавший западную геологию, приходит к такому же выводу (1836):^[39]

“То, что широко распространенное течение, хотя и не питавшееся, как предполагалось, внутренним морем, когда-то пронеслось по всему региону между Аллегани и Скалистыми горами, подтверждено полным доказательством”.

Профессор Седжвик (1831) считал, что внезапного подъема гор достаточно для того, чтобы снова и снова вызывать наводнения. Сила веры в библейский потоп в первой четверти 19 века может быть представлена следующими замечаниями Филлипса (1832):^[40]

“Из многих важных фактов, которые рассматриваются геологами, ”Всемирный потоп”, пожалуй, самый замечательный; и он установлен такими ясными и положительными аргументами, что, если какой-либо момент естественной истории можно считать доказанным, следует признать, что всемирный потоп имел место, потому что он оставил полные свидетельства в виде явных и характерных последствий *на поверхности земли*”.

Однако теория затоплений, будь то океанских или сухопутных потоков, не оставляла поле боя без сопротивления. В 1823 году Грейнджер,^[41] наблюдатель, чей вклад в науку составляет всего шесть страниц, говорит о борозде на берегу озера Эри как

“образовался в результате мощного и продолжительного разрушения какого-то твердого тела.... Мне кажется невозможным, чтобы вода ни при каких обстоятельствах не могла повлиять на это.

Канавки по ширине, глубине и направлению такие же правильные, как если бы они были вырезаны рубанком для нарезания канавок. На это не могла повлиять проточная вода, и ее действие не могло привести к той стеклянной гладкости, которую она все еще сохраняет во многих частях ”.

Хейс, а также Конрад выразили схожие взгляды в Журнале 16 лет спустя.

Идея о том, что лед каким-то образом связан с транспортировкой дрейфа, имеет любопытную историю. Первое недвусмысленное утверждение, основанное на чтении и остром наблюдении, было сделано в журнале Добсона в 1826 году:^[42]

“Мне довелось выкопать большое количество котелков из красного песчаника и конгломерата при строительстве хлопчатобумажной фабрики; и не было ничего необычного в том, что они были гладко изношены с нижней стороны, как будто их таскали по камням и щебнистой земле в одном устойчивом положении. При осмотре на истертой части обнаруживаются царапины и борозды; и если среди минералов, составляющих породу, попадались камешки полевого шпата или кварца (что не было редкостью), они обычно оказывались истертыми не так сильно, как остальной камень, сохраняя свои более нежные части в виде гребня, выступающего на несколько дюймов. Когда несколько таких камешков случайно оказываются в одном блоке, сохранившиеся выступы были на одной стороне камешков, так что легко определить, какая часть камня сдвинулась вперед в процессе изнашивания.

Эти шары находятся не только на поверхности, но я обнаружил их на глубине нескольких футов в земле, в твердом соединении глины, песка и гравия

Я думаю, мы не можем объяснить эти явления, если не призовем на помощь лед вместе с водой, и что они были изношены в результате подвешивания и переноски во льду, по камням и земле, под водой ”.

Во времена Добсона гипотеза о “гигантских наводнениях”, “катастрофах”, “непреодолимых всемирных течениях” была настолько прочно укоренившейся, что голос наблюдательного обывателя не нашел слушателей, и письмо Добсона Хичкоку, написанное в 1837 году и содержащее дополнительные доказательства и аргументацию, оставалось неопубликованным до Мерчисон в 1842 году,^[43] выразил свое почтение замечательной работе замечательного человека.^[44]

“Я прощаюсь с ледниковой теорией, поздравляя американскую науку с тем, что у нее появился первоначальный автор лучшей ледниковой теории, хотя его имя и ускользнуло от внимания; и рекомендую вам краткие аргументы Питера Добсона, предварительное знакомство с которыми могло бы избавить от множества споров по обе стороны Атлантики”.

Ледники против Айсбергов.

Ледниковая теория проникает в геологическую литературу с развитием Агасисом (1837) взглядов Венца (1833) и Шарпантье (1834) о том, что ледники Альп когда-то имели большую протяженность. Было сделано смелое предположение, что поверхность Европы на юге до берегов Средиземного и Каспийского морей была покрыта льдом в период, непосредственно предшествующий настоящему. Ядро современной ледниковой теории легко распознать в этих ранних работах, но оно обернуто странной оболочкой: предполагалось, что Альпы поднялись в

результате сильного подземного толчка и что неустойчивые образования соскользнули на свои места по недавно образованным склонам. Публикация знаменитых “Этюдov на ледниках” (1840), замечательных своей ясностью, здравым смыслом и богатством иллюстраций, выдвинула идеи Агассиса на первый план и положила начало 30-летней войне со сторонниками течений и айсбергов. Основными возражениями против этой теории были требование холодного климата и потребность в ледниках континентальных размеров; действительно, очень серьезные возражения, поскольку в то время, когда не было ископаемых свидетельств, огромные полярные ледяные щиты были неисследованы, а различие между тилловым и заболоченным дрейфом не было установлено.

Теория оледенения была горячо принята Баклендом (1841)^[45] и частично Лайеллом в Англии, но с подозрением воспринята Седжвиком, Уэвеллом и Мантеллом. В Америке реакция на новую идею последовала незамедлительно. Хичкок (1841)^[46] завершает умелую дискуссию утверждением: “Это настолько замечательно решает большинство феноменов дилювиального действия, что я вынужден верить, что его фундаментальные принципы основаны на истине”.

Теория стала главной темой обсуждения на третьем и четвертом собраниях Ассоциации американских геологов и натуралистов (1842, 1843) под руководством комитета по дрейфу, состоящего из Эммонса, У. Б. Роджерса, Вануксема, Николле, Джексона и Дж. Л. Хейса. Результатом этих обсуждений стала любопытная реакция. Хичкок жаловался, что он “должен был быть сторонником неизменной ледниковой теории, но он никогда в нее не верил”, и Джексон говорил от имени ряда людей, когда заявил:^[47]

“В этой стране нет доказательств ледниковой теории, которой учит Агассис, но, напротив, общее содержание фактов противоречит этой теории.... Многие выдающиеся люди неосторожно приняли новую теорию, которая в течение двух-трех лет после ее обнародования была признана совершенно неадекватной, и теперь многие из ее бывших сторонников отказались от нее”.

Результатом этого симпозиума стал также странный вклад Х. Д. Роджерса (1844),^[48] который отбросил учения о дедукции и наблюдении и вернулся к взглядам медиевистов.

“Если мы представим себе, таким образом, широкое водное пространство глубиной, возможно, менее тысячи футов, вытесненное из какого-нибудь высокогорного северного или приполярного бассейна в результате общего подъема этого региона, возможно, на несколько сотен футов, и такого же опускания южной части страны, и представим, что вся эта масса преобразована землетрясениями той ширины, которую имеют такие волны, в серию колоссальных и быстро движущихся волн перемещения, которым способствуют еще более быстрые изгибы дна, по которому они движутся, а затем приводит к разрушению и падению уровня воды”. ослабив мощь чудовищного толчка землетрясения, мы получим средство, адекватное во всех отношениях для достижения тех результатов, которые мы видим, чтобы сорвать северный лед с его причалов, сорвать, с его помощью, обнажения самых твердых пластов, измельчить и широко разбросать их фрагменты, очистить весь скалистый пол и, собрав энергию сопротивления, смести склоны и перевалить через самые высокие горы”.

Из-за известности их автора взгляды Роджерса оказали определенное влияние и, по-видимому, получили поддержку из Англии благодаря подробным математическим обсуждениям Уэвелла (1848), который рассматривал дрейф как “неопровержимое доказательство пароксизмального

действия”, и Хопкинса (1852), который утверждал о “течениях, создаваемых повторяющимися подъемными движениями”.

После его прибытия в Америку (1846) влияние Агассиса ощущалось, и его статья об неустойчивых явлениях на озере Верхнее (1850),^[49] в которой он призвал сторонников переносимого водой льда указать на барьер, из-за которого течение утихло, произвела благотворный эффект; все же Десор (1852)^[50] утверждает, что в регионе, описанном Агассисом, “предположение [об общей ледяной шапке] больше недопустимо”, и что боулдеры с Лонг-Айленда “перевозились на ледяных плотах вдоль морского берега и оказывались выброшенными на гребни и возвышенности, которые тогда были отмелями вдоль побережья”. Двадцати лет дискуссий было недостаточно для утверждения ледниковой теории ни в Европе, ни в Америке. Консенсус во мнениях среди более продвинутых мыслителей 1860 года выражен Даной:^[51]

“Принимая во внимание весь предмет, представляется разумным заключить, что теория ледников дает наилучшее и наиболее полное объяснение явлений на общей поверхности континентов и сталкивается с наименьшими трудностями. Но айсберги, несомненно, способствовали получению результатов вдоль границ континентов, через океанские каналы, такие как Германский океан и Балтийское море, и, возможно, над великими озерами, такими как озера Северной Америки. Пролив Лонг-Айленд такой узкий, что, возможно, его пересекал ледник”.

Статьи в Журнале за 1860-70-е годы демонстрируют преобладающую веру в айсберги, но свидетельства наличия наземных льдов накапливались по мере того, как месторождения становились все более известными, и в 1871 году полевые рабочие говорили безошибочно:^[52]

“В американской геологии до сих пор остается спорным вопрос о том, были ли события ледниковой эпохи вызваны *ледниками* или *айсбергами*.... Американские геологи по-прежнему расходятся во мнениях, и некоторые из наиболее выдающихся высказались в пользу айсбергов.

Поскольку, таким образом, айсберги не могут поднимать со дна моря массы весом в тонны или приводить к общему движению рыхлого материала поверхности на юг; также они не могут вызывать истирание, наблюдаемое над скалами в различных условиях; и поскольку все прямые свидетельства затопления суши, необходимые для образования моря айсбергов над Новой Англией, отсутствуют, вывод представляется неизбежным, что айсберги не имели никакого отношения к дрейфу района Нью-Хейвен в долине Коннектикут; и, следовательно, что ледниковая эпоха в центральной части Новой Англии была *ледниковой эпохой*”.

Мэтью (1871)^[53] пришел к такому же выводу для нижних провинций Канады. Несмотря на растущую ясность доказательств, битва за ледниковую теорию еще не была выиграна. Оставшиеся оппоненты, хотя и немногочисленные, отличались достижениями. Доусон цеплялся за устаревшую доктрину до своей смерти в 1899 году.

Интересной особенностью истории теорий оледенения является расчет Макларена (1842)^[54] что количество воды, забранной из морей для формирования гипотетического ледяного покрова, понизило бы уровень океана на 350 футов — ранняя форма гипотезы контроля оледенения (см. Daly^[55]).

Масштабы дрейфа ледников.

К середине девятнадцатого века было признано, что “дрейф”, каким бы ни было его происхождение, не имел всемирных масштабов. В Америке его характерные черты были обнаружены наиболее развитыми к северу от 40 градусов широты; в Европе типичными районами были признаны Альпы, Шотландское нагорье и Скандинавия. Ограничения не были установлены отчасти потому, что месторождение не было обследовано, но в основном потому, что не были установлены критерии для распознавания дрейфа. Хорошо известные холмы и гряды “дилювия”, “аллювия” и “дрейфа” в Нью-Джерси и Огайо, а также насыпи Миссурийского Котту, подробно описанные Кэтлингом (1840)^[56] мало похожи на стены из несортированной породы, которые представляют собой морены, граничащие с альпийскими ледниками. Оранжевый песок Миссисипи был включен Хилгардом в “Дрейф” (1866),^[57] и гравий в Филадельфии Холлом (1876).^[58] Стивенс (1873)^[59] описал череду неустойчивых ледниковых явлений в Ричмонде, Вирджиния, и Уильям Б. Роджерс (1876)^[60] объясняет определенные отложения в реках Потомак, Джеймс и Роанок наличием плейстоценовых ледяных языков или вздувшихся ледниковых рек и отмечает: “Весьма вероятно, что ледниковое воздействие имело большое отношение к первоначальному накоплению скальных обломков на склонах Голубого хребта и в Дальше - аппалачские долины. Керр (1881)^[61] относил древнюю эрозионную поверхность пояса Пьемонта в Северной Каролине к ледниковой денудации, Де ла Беше сравнивал дрейф Ямайки с дрейфом Новой Англии, а Агассис интерпретировал почвы Бразилии как ледниковые.

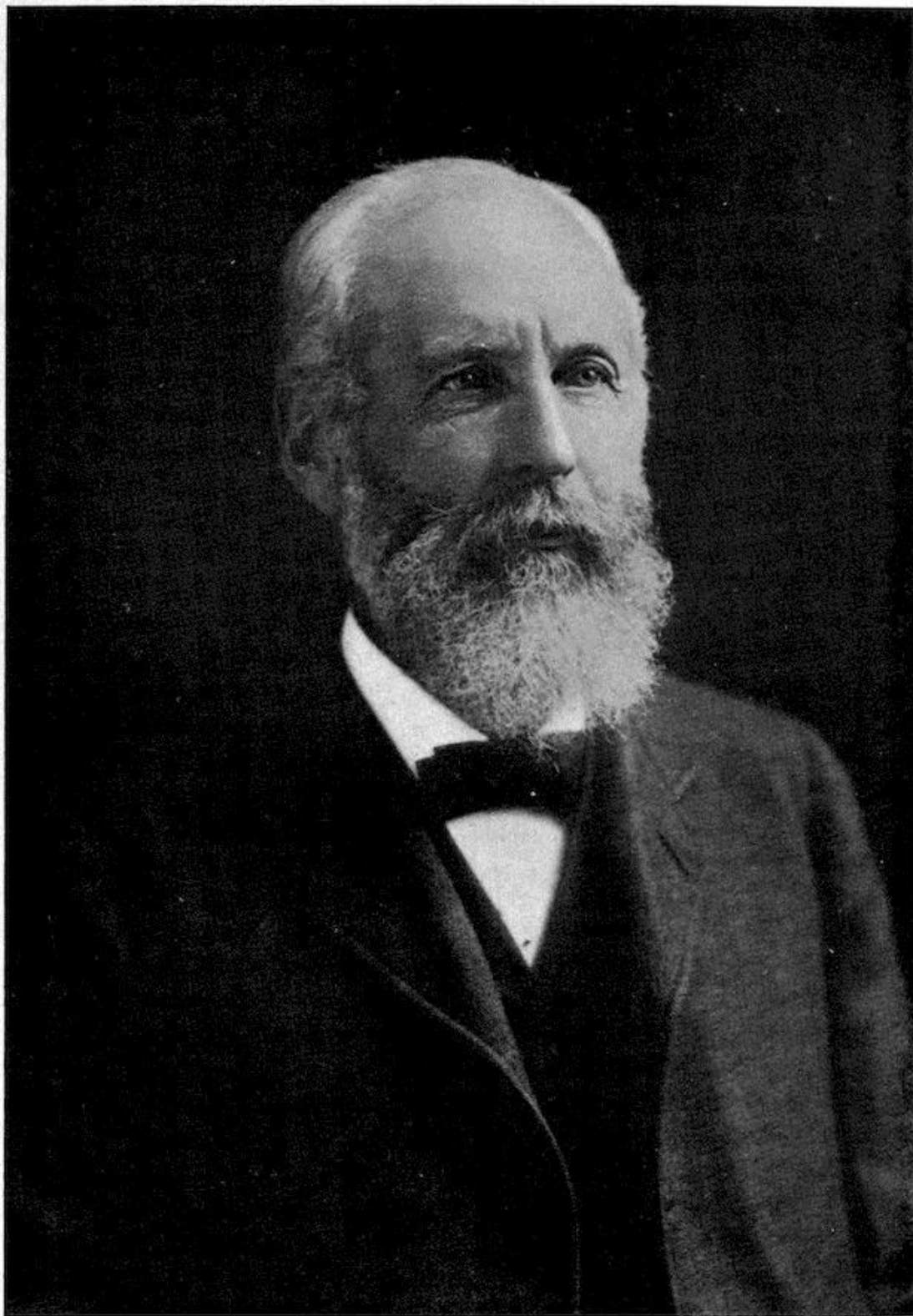
Первое подробное описание и однозначная интерпретация терминальных или рецессивных морен принадлежат перу Гилберта (1871),^[62] геолог Службы разведки штата Огайо. Обсуждая бывший выход озера Эри через канал Форт-Уэйн, Гилберт пишет:

“Страница истории, зафиксированная в этих явлениях, ни в коем случае не двусмысленна. Хребты, или, правильнее сказать, гряда, определяющая русла рек Сент-Джозеф и Сент-Мэри, представляют собой погребенную конечную морену ледника, который двигался на юго-запад через долину Мауми. Залегающая сверху глина Эри скрывает ее из виду, но на поверхности этого отложения она затенена, поскольку земля видна сквозь глубокий и ровный снежный покров. Его нерегулярно изогнутые очертания тесно согласуются с конфигурацией долины и направлением ледяных отметин; его вогнутость обращена к источнику движения; наибольшая выпуклость находится вдоль линии наименьшего сопротивления.

К югу от реки Сент-Мэри находятся другие многочисленные морены, сопровождающиеся ледниковыми бороздами. Их характер и русло еще не изучены, но их присутствие переносит мысли назад, в эпоху холодного периода, когда граница ледяного поля находилась южнее, а ледник долины Мауми сливался с общей массой. По мере того как ледяной покров становился короче - и, фактически, на каждом этапе своего существования — его края, должно быть, имели различные зазубрины и лопасти в соответствии с контуром страны, причем более высокие земли первыми обнажались наступающим вековым летом. В начале истории этого вторжения ледник долины Мауми составлял одну из таких впадин и сохранил свою форму в двух моренах, которые я описал ”.

Через три года после обнаружения морен в долине Моми Чемберлин (1874)^[63] показал, что кажущиеся неорганизованными насыпи, котловины и хребты, известные как хребет Кеттл в Висконсине, являются конечной мореной ледника Грин-Бей. Ранее (1864) Уиттлси

интерпретировал выступы морены Висконсина как свидетельство наличия ледяных глыб от тающего ледника и представил карту, показывающую “южную границу валунов и грубых наносов”. В 1876 году внимание к конечной морене Новой Англии привлек Г. Фредерик Райт, который приписывает честь открытия Кларенсу Кингу.



H. K. Gilbert

С учетом наблюдений Гилберта, Чемберлина и Кинга различные рабочие проследили конечную морену по всей территории Соединенных Штатов и Канады и выявили протяженность ледникового покрова. После 1875 года страницы журнала содержат множество статей, посвященных происхождению и структуре морен, эскеров, кам и драмлинов. До 1890 года появилось двадцать восемь статей о ледниковых явлениях только в бассейнах рек Эри и Огайо. К 1900 году было достигнуто существенное соглашение относительно существенных особенностей дрейфа, была написана общая история Великих озер, и был проложен путь для стратиграфических исследований плейстоцена, которым было посвящено большое количество страниц журнала за последние два десятилетия.

Эпохи оледенения.

В течение десятилетия после всеобщего признания ледникового происхождения “дилювия” отложения рассматривались как “дрейф” и как продукты одного длительного периода ледниковой активности, и на протяжении всего спора об айсберге и леднике единство ледникового периода не подвергалось сомнению. Залежи торфа и озерных отложений, содержащих окаменелости, в Швейцарии, Англии и Америке, а также признание “верхнего” и “нижнего” дилювия скандинавскими геологами наводили на мысль о двух эпохах, и по мере того, как примеров таких отложений становилось все больше и становилось очевидным, что ископаемые растения представляют формы, требующие благоприятного климата, и что подобные явления наблюдались во многих странах, росло убеждение, что незначительных колебаний или постепенного спада ледяного покрова недостаточно для объяснения наблюдаемых явлений.

Естественно, что эта проблема должна была найти свое решение в Америке, где плейстоцен представлен превосходно и где государственные и федеральные службы активно занимались картографированием территорий. В 1883 году Чемберлин^[64] представил свои взгляды под жирным заголовком “Предварительная статья о конечной морене Второй ледниковой эпохи”, а существование отложений двух или более ледниковых щитов и особенности межледниковых периодов были в значительной степени установлены в результате интересной дискуссии в журнале, которую вели Чемберлин, Райт, Апхэм и Дана.^[65] Материалы с 1895 года касались степени, а не факта сложности, и продолжение исследований привело к общему признанию пяти ледниковых стадий в Северной Америке и четырех в Европе.

Лесс как ледниковое отложение.

Любопытным побочным продуктом изучения оледенения в Северной Америке является спор о происхождении лесса. О вызванном интересе свидетельствуют десятки статей в американских периодических изданиях и государственных отчетах за последнюю четверть 19 века — статей, которые носят имена выдающихся геологов.

“Лесс” в долине Рейна был известен давно, но тема приобрела известность после публикации в 1866 году книги Пампелли “Путешествия в Китай”.^[66] Широко распространенные отложения толщиной от 200 до 1000 футов были описаны как очень мелкозернистая желтоватая почва с характерной структурой без расслоения, но пронизанная бесчисленными трубками и содержащая наземные или пресноводные оболочки. Пампелли считал эти отложения озерными, и эта точка зрения нашла всеобщее признание, хотя с ней боролся Кингсмилл (1871),^[67] который выступал за морское отложение. Классическая книга барона Фон Рихтгофена

о Китае, вышедшая в 1877 году, дополняет наблюдения Пампелли и приводит доказательства в поддержку гипотезы о том, что лесс нанесен ветром как на сушу, так и в пределах древних соленых озер. Выводы фон Рихтгофена были приняты Пампелли, чьи знания о китайских месторождениях, дополненные исследованиями в Миссури, в штате которого он был директором геологической службы в 1872-73 годах, позволили ему составить правильное суждение. Он говорит:^[68]

“Признавая по личным наблюдениям полную идентичность характера лесса северного Китая, Европы и долины Миссури, я вынужден отказаться от моего собственного объяснения происхождения китайских отложений и согласиться с Рихтгофеном в том, что настоящий лесс, где бы он ни встречался, представляет собой подземные отложения, образовавшиеся в засушливом центральном регионе, и что своей структурой он обязан формирующему влиянию степной растительности.

Единственное слабое место теории Рихтгофена заключается в очевидной неадекватности нынешнего распада как источника материала. Когда мы принимаем во внимание огромную площадь, покрытую лессом на глубину от 50 до 2000 футов, и тот факт, что это лишь самая тонкая часть продукта разрушения горных пород, и опять же, что накопление представляет собой лишь очень короткий период времени, с геологической точки зрения, несомненно, мы должны искать более плодородный источник питания, чем тот, который обеспечивается текущим разложением поверхности горных пород.

Мне кажется, что есть два важных источника: I. Ил, приносимый реками, многие из которых питаются продуктами истощения ледников, стекающих с гор в центральный регион. Там, где ручьи исчезают или где озера, в которые они попадают, высыхают, более мелкие продукты эрозии большой территории остаются для удаления во время пыльных бурь.

II. Второй ... источник - это остаточные продукты векового распада”.

Представленные Пампелли доказательства эолового происхождения лесса - структура, текстура, состав, содержание ископаемых и топографическое положение - являются полными, и ему принадлежит заслуга правильной интерпретации отложений долины Миссисипи. К сожалению, его вклад пришелся на то время, когда геологи центральных Штатов были полны решимости проследить пути и объяснить работу плейстоценовых ледников, и была сильна вера в то, что лесс был какой-то фазой ледниковых работ. Его положение на границе Айовского дрейфа настолько очевидно предполагает генетическую связь, что ископаемые свидетельства степного климата, предложенные Бинни в 1848 году^[69], были сведены к минимуму.

Исследователи плейстоценовой геологии в Миннесоте, Айове, Небраске, Миссури, хотя и высказывались менее энергично, были в основном согласны с Хилгардом (Hilgard, 1879).^[70]

“Общая сумма аномальных условий, необходимых для подтверждения эоловой гипотезы, сильно отличается от чудесной”. Последнее издание "Руководства Даны", 1894 г., и “Геологии Леконта”, 1896 г., двух наиболее широко используемых учебников своего времени, выступают против эоловой теории, а Чемберлин в 1897 г.,^[71] утверждает: "водная гипотеза, по-видимому, лучше всего подтверждается в отношении отложений долины Миссисипи и западной Европы" (стр. 795). Шимек в статьях, опубликованных с 1896 года, показал, что водные и ледниковые условия не могут объяснить окаменелости лесса, и возврат к взглядам Пампелли о том, что лесс был нанесен на сушу под действием ветра в регионе степной растительности, сейчас практически повсеместен.

Ледниковая скульптура.

В нынешнем поколении скульптуре ледников уделяется много внимания, и она предполагает пересмотр способности льда к эрозии, что, в свою очередь, влечет за собой кристаллизацию представлений о механике движущегося льда. Свидетельства эрозии ледников остаются в основном физико-географическими и основываются на изучении форм рельефа. Фактически, неадекватность структурных особенностей или русловых затонов для объяснения плоского дна, ущелий с крутыми стенами, висячих долин и многих озерных бассейнов, а не знание механики льда привело к нынешнему довольно общему мнению, что ледники являются мощными агентами скальной скульптуры. Детали этого процесса пока не понятны.

Эрозия, вызванная ледниками, стала предметом активных дискуссий в 1862-63 годах. Такая возможность была предложена Эсмарком (1827) и Даной (1849) в "Описании фиордов", а также Хиндом (1855) в связи с происхождением Великих озер. Полноценным оно предстает в классическом романе Рамзи, который был опубликован одновременно в Англии и в Америке.^[72] Аргумент звучит следующим образом: существует тесная связь древних ледников и озер, особенно в горах; ледники в значительной степени подвержены эрозии; свидетельства разломов, особого оседания, речной и морской эрозии отсутствуют в бассейнах озер Швейцарии и Великобритании. Процитирую Рамзи:

“Требовалось твердое тело, которое постоянно и мощно измельчалось при прямом и интенсивном контакте со скалами и поперек них, чтобы образовать глубокие впадины, состояние которых могло определяться либо неодинаковой твердостью пород, дополнительным весом льда в особых местах, либо случайными обстоятельствами, ключ к которым утерян из-за нашей неспособности в совершенстве восстановить первоначальные формы ледников”.

“Я согласен с итальянскими геологами, что все, на что повлияли ледники в целом, заключалось лишь в незначительном углублении этих долин и существенном изменении их общих очертаний, и, кроме того (теория, за которую несу ответственность только я), в более значительном углублении их по частям, когда по разным причинам измельчающая способность льда была необычайно мощной, особенно там, где, как в низменностях Швейцарии, миоценовые слои сравнительно мягкие”.

Уиттлси (1864)^[73] считал, что скованные скалами озера и узкие заливы вблизи озера Верхнее были частично образованы льдом. Леконт (1875)^[74] записывает некоторые важные наблюдения в пионерской работе по эрозии ледников, которая не получила должного признания. Он говорит:

“...Я убежден, что ледник из-за своего огромного давления и неудержимого поступательного движения постоянно отламывает большие блоки от своего ложа и ограничивающих стен. Его эрозия - это не только измельчение и образование царапин, но и дробление и ломка. В результате эрозии образуется не только каменная мука, но и крупная каменная крошка.... Его эрозия представляет собой постоянный процесс чередования грубой рубки и строгания.

Если бы Йосемити был уникален, мы могли бы предположить, что он сформировался в результате жестоких катаклизмов; но Йосемити не уникален по форме и, следовательно, вероятно, не по происхождению. Йосемитов много. Более философски объяснять их регулярным действием известных причин. Я должен полагать, что все эти глубокие перпендикулярные щели

были выпилены под действием ледников; особая вертикальность стен была определена структурой перпендикулярных расщелин”.... Озеро в Кровавом каньоне “представляет собой бассейн из чистого камня, образованный ледником в этом месте.... Эти хребты [разделяющие долины Надежды, Веры и Милосердия] на самом деле являются устьями последовательных озерных бассейнов, покрытых льдом.

... Вода имеет тенденцию образовывать глубокие V-образные каньоны, в то время как лед образует широкие долины с озерами и лугами.... Я не знаю, насколько общими могут быть эти различия, но, безусловно, прибрежный хребет этого штата характеризуется округлыми вершинами и грядками и глубокими V-образными каньонами, в то время как высокие Сьерры, напротив, характеризуются острыми, похожими на шпиль, гребенчатыми вершинами и широкими долинами; и я убежден, что это различие, по крайней мере частично, обусловлено действием воды, с одной стороны, и льда - с другой ”.

Кинг (1878)^[75] приписал ледниковой эрозии главенствующее положение в горной скульптуре. Что касается уинта, он говорит:

“Ледниковая эрозия почти вертикально прорезала русла, образовав огромные амфитеатры со дном котловин, содержащих многочисленные альпийские озера.... Послеледниковая эрозия проделала абсолютно тривиальную работу. Насколько я могу судить, нет ни малейшего прямого доказательства того, что этим U-образным канонам была придана их особая форма иными способами, чем фактическая вспашная эрозия ледников....”

Эти материалы из Кордильер, подтверждающие выводы Рамзи (1862), Тиндалла (1862), Джакса (1862), Гектора (1863), Логана (1863), Клоуза (1870) и Джеймса Гейки (1875), не произвели особого впечатления. Возобладали взгляды Лайелла (1833), Болла (1863), Дж. У. Доусона (1864), Фальконера (1864), Штудера (1864), Мерчисона (1864, 1870), Раскина (1865), Рутимейера (1869), Уимпера (1871), Бонни (1873), Пфаффа (1874), Гурлта (1874), Джадда (1876), а также выводы Дэвиса в 1882 г.^[76] справедливо выразил преобладающее мнение в Европе и в Америке:

“Масштабы ледниковой эрозии в центральных районах были очень значительными, но не намного превышали доледниковые почвы, старые осыпи и аллювиальные отложения. Большая часть твердой породы, которая была унесена, образовалась с уступов, а не из долин; и ледники в целом оказывали скорее сглаживающий, чем шероховатый эффект. На внешних участках, по которым продвигался лед, он затирает только выступающие точки; здесь он чаще действовал как отложение, чем как эрозионный агент ”.

В течение последней четверти века раскол в рядах геологов, вызванный классической статьей Рамзи, сохранялся. Фэйрчайлд и другие в Америке, Хейм, Бонни и Гарвуд в Европе приводят доводы в пользу незначительной эрозии под действием ледников; а Ганнет, Дэвис, Гилберт, Тарр в Америке, за которыми следуют австрийские рабочие, приводят доказательства эрозии в гигантских масштабах. Изучение обширной литературы в журнале и в других местах показывает, что разница во мнениях отчасти связана с терминами, количеством эрозии, а не с фактом эрозии; это также возникает из-за неспособности провести различие между работой горных ледников и континентальных ледяных щитов, плейстоценовых ледников и их нынешних уменьшившихся представителей. Неуместный вклад физиков также внес путаницу.

Интересно отметить, что критерии эрозии долин ледниками были установлены уже давно и рабочими разных стран. Рамзи (1862) в Англии обрисовал проблему в общих чертах и

представил обобщенные доказательства. Гектор (1863) из Новой Зеландии указал на значение несогласованного дренажа, "висячих долин" Гилберта. U-образная форма, широкое дно, усеянное озерами, наличие цирков и процесс выщипывания, вероятно, были впервые описаны Леконтом (1873) в Америке. Усечение ледниками отрогов долин на островах Кергелен, на которое указал Штудер (1878), было использовано Чемберлином (1883) в качестве доказательства размыва ледников.

Заключение.

За прошедшее столетие многие принципы наземной скульптуры вышли из тумана интеллектуальных спекуляций и неорганизованных наблюдений и заняли свое место среди общепринятых истин. Многие из них больше не являются предметом споров. Эрозия заняла свое место в качестве основного геологического фактора и создала новую концепцию природного пейзажа. Высокие горы больше не являются "древними, как солнце", они представляют собой молодые участки в процессе расчленения; долины и каньоны - результат работы ручьев и ледников; фьорды - формы эрозии; водопады и озера - объекты, находящиеся в процессе ликвидации; многие равнины и плато обязаны своей формой и положением длительной денудации. Современные ландшафты больше не рассматриваются как оригинальные черты или продукт действия одного агента в определенное время, а как эфемерные формы, которые обязаны своим нынешним видом своему возрасту и особым силам, воздействующим на них, а также своей первоначальной структуре.

Интересно отметить нерешительные шаги, ведущие к нынешней точке зрения, обнаружить, что между формулированием теории или записью значимых фактов и их окончательным принятием или отвержением прошли десятилетия, и осознать, что организация принципов и наблюдений в науку физиографии была работой нынешнего поколения. Прогресс был обусловлен рядом факторов, помимо интеллектуальных способностей отдельных работников.

Отчетливо видно влияние местности. Убедительные доказательства речной эрозии были получены в центральной Франции, на островах Тихого океана и на плато Колорадо — регионах, в которых другие причины были легко устранены. Скульптура на ледниках вышла за рамки теоретической стадии, когда были описаны простые формы Сьерр и Новозеландских Альп. Происхождение лесса было впервые обнаружено в регионе, где ледниковые явления не заслоняли обзор. Сложность ледникового периода, о которой заявляли геологи Среднего Запада, была опровергнута восточными исследователями. Работа волн на английском побережье произвела такое впечатление на британских геологов, что денудационные равнины и внутренние долины были приписаны деятельности океана.

При установлении принципов дружеский обмен идеями принес большую отдачу. Многие фундаментальные концепции земной скульптуры были сформулированы группами людей, располагавшихся таким образом, чтобы облегчить критику. Невозможно, даже если бы это было желательно, приписать личную заслугу Венцу, Шарпантье и Агассису в формулировании ледниковой теории; и тесное сотрудничество Агассиса и Даны в Новой Англии и Чемберлина и Ирвинга в Висконсине, несомненно, помогло в создании теории континентального оледенения. Тесное сотрудничество в полевых условиях и лабораториях Хаттона, Плейфейра и Хоуп привело к глубокому влиянию эдинбургской школы, а благожелательное сотрудничество Пауэлла, Гилберта и Даттона дало миру классику в области генетического изучения наземных форм.

Влияние идей было тесно связано с ясностью, лаконичностью и привлекательностью изложения. Хаттон известен благодаря Плейферу, вклад Агассиса в ледниковую геологию известен каждому студенту, в то время как Венец, Шарпантье и Хуги - это только имена. Рассуждения Кювье о динамической геологии были переизданы и переведены на английский и немецкий языки, но “Гидрогеология” Ламарка известна только коллекционерам книг. Подробные работы Геттара, хотя и несут в себе то же послание, что “Иллюстрации” Плейфера и “Мемуары” Десмареста, практически неизвестны, как и трактат Горация Х. Хейдена (1821) о дрейфе восточной части Северной Америки. Хорошо сказано, что всемирное влияние американского физиографического учения в немалой степени обусловлено мастерскими выступлениями Гилберта и Дэвиса.

Удивительно отмечать задержки, шаги назад и дублирование усилий, возникающие в результате недостаточного знакомства с работой первопроходцев. Сабина пишет в 1864 году:^[77]

“Часто случается, и это вполне естественно, что те, кто больше всего занят актуальными вопросами развивающейся науки, сохраняют лишь неполное представление об обязательствах перед теми, кто заложил первые основы наших последующих знаний”.

Результат интеллектуальных усилий, по-видимому, зависит от времени посадки и характера почвы, а также от количества семян. Например: Эрозия, вызванная реками, была так же ясно показана Десмарестом, как Даной и Ньюберри 50 лет спустя. Критерии для распознавания древних речных отложений были установлены Джеймсом Дином в 1847 году при исследовании триаса долины Коннектикут. Доказательство Агассиса о том, что лед является важным фактором в образовании тилля, по существу дублирует наблюдения Добсона (1826).

Тома журнала с очень большим количеством статей и обзоров, посвященных геологии, показывают, что интерпретация форм суши как продуктов субаэриальной эрозии началась во Франции и Французской Швейцарии во второй половине восемнадцатого века как этап интеллектуальной эмансипации, последовавший за революцией. Шотландия и Англия взяли на себя лидерство в первой половине девятнадцатого века, и первые 100 томов Журнала демонстрируют глубокое влияние преподавания английского и французского языков. В Америке независимое мышление, которым поначалу обладали немногие, стало всеобщим с учреждением Федерального управления, увеличением числа университетских кафедр, геологических обществ и периодических изданий и возложило на американцев обязанности учителей.

Библиография.

(В следующем списке “этот журнал” относится к Американскому научному журналу.)

4. Уилсон, Дж. У., Прорыв озер через горы, этот журнал, **3**, 253, 1821.
5. Уитни, Дж. Д., Прогресс геологической службы Калифорнии, этот журнал, **38**, 263-264, 1864.
6. Плейфер, Джон, Иллюстрации хаттоновской теории земли, Эдинбург, 1802.
7. Кейн Дж. Х., Замечания по минералогии и геологии северо-западной Вирджинии и восточного Теннесси, этот журнал, **1**, 60-67, 1819.

8. Хичкок, Эдвард, Геология и др. Регионов, прилегающих к Коннектикуту, этот журнал, **7**, 1-30, 1824.
9. Бакленд, Вирджиния, *Reliquiæ diluvianæ*, этот журнал, **8**, 150, 317, 1824.
10. Филлипс, Джон, Геология Йоркшира, этот журнал, **21**, 17-20, 1832.
11. Скроуп Г. П., Раскопки долин, Геол. соц., Лондон, № **14**, 1830.
12. Хейс, Г. Э., Замечания по геологии и топографии западного Нью-Йорка, этот журнал, **35**, 88-91, 1839.
13. Седьмое собрание Британской ассоциации содействия развитию науки, этот журнал, **33**, 288, 1838.
14. Дарвин, Чарльз, Геологические наблюдения на вулканических островах и некоторых частях Южной Америки и т.д., вторая часть путешествия "Бигля" в 1832-1836 годах. Лондон, 1844 год.
15. Хилдрет, С. П., Наблюдения и др., долина Огайо, этот журнал, **29**, 1-148, 1836.
16. Геддес, Джеймс, Наблюдения за геологическими особенностями южной стороны долины Онтарио, этот журнал, **11**, 213-218, 1826.
18. Уоррен Г. К., Предварительный отчет об исследованиях в Небраске и Дакоте, этот журнал, **27**, 380, 1859.
19. Лесли, Дж. П., Наблюдения над Аппалачским регионом южной Вирджинии, этот журнал, **34**, обзор, 413-415, 1862.
17. Конрад, Т. А., Заметки по американской геологии, этот журнал, **35**, 237-251, 1839.
20. Дана, Дж. Ди, О денудации в Тихом океане, этот журнал, **9**, 48-62, 1850.
- , О деградации горных пород Нового Южного Уэльса и образовании долин, этот журнал, **9**, 289-294, 1850.
21. Хаббард, О. П., О состоянии трапповых дамб в Нью-Гэмпшире как доказательстве и мере эрозии, этот журнал, **9**, 158-171, 1850.
22. Хейден, Ф. В., Некоторые замечания относительно периода возвышения Скалистых гор, этот журнал, **33**, 305-313, 1862.
23. Ньюберри, Дж. С., Река Колорадо на Западе, этот журнал, **33**, обзор, 387-403, 1862.
24. Джакс, Дж. Б., Обращение к Геологической секции Британской ассоциации в Кембридже, штат Квинсленд. Jour. Геол. соц., 18, 1862, этот журнал, **34**, 439, 1862.
25. Пауэлл, Дж. У., Исследование реки Колорадо на Западе, 1875. Предварительную статью Пауэлла смотрите в этом журнале, **5**, 456-465, 1873.
26. Макги, У. Дж., Три формации Среднеатлантического склона, этот журнал, **35**, 120, 328, 367, 448, 1888.

27. Дэвис В. М., Топографическое развитие триасовой формации долины Коннектикут, этот журнал, **37**, 423-434, 1889.
28. Персиваль, Дж. Дж., Геология Коннектикута, 1842.
29. Керр, У. К., Происхождение некоторых новых точек в топографии Северной Каролины, этот журнал, **21**, 216-219, 1881.
30. Макги, У. Дж., Классификация географических форм по генезису, Нац. Geogr. Mag., **1**, 27–36, 1888.
31. Дэвис, У. М., Реки и долины Пенсильвании, Нац. Geogr. Mag., **1**, 183–253, 1889.
- , Реки северного Нью-Джерси с примечаниями к классификации рек в целом, там же, **2**, 81-110, 1890.
32. Силлиман, Бенджамин, Заметка о геологических очерках Горация Х. Хейдена, этот журнал, **3**, 49, 1821.
33. Корнелиус, Элиас, Отчет об особом положении гранитной скалы, этот журнал, **2**, 200-201, 1820.
34. Финч, Джон, О кельтских древностях Америки, этот журнал, **7**, 149-161, 1824.
35. Финч, Джон, Геологический очерк третичных формаций в Америке, этот журнал, **7**, 31-43, 1824.
36. Конибер и Филлипс, Очерки геологии Англии и Уэльса, этот журнал, **7**, 210, 211, 1824.
37. Хейден, Гораций Х., Геологические очерки, 1-412, 1821, этот журнал, **3**, 47-57, 1821.
38. Джексон, К. Т., Сообщает о геологии штата Мэн и об общественных землях, принадлежащих Мэну и Массачусетсу, этот журнал, **36**, 153, 1839.
39. Гибсон Дж. Б., Замечания по геологии озер и долины Миссисипи, этот журнал, **29**, 201-213, 1836.
40. Филлипс, Джон, Геология Йоркшира, этот журнал, **21**, 14-15, 1832.
41. Грейнджер, Эбенезер, Заметка о любопытной рифленой скале в Сандаски-Бей, Огайо, этот журнал, **6**, 180, 1823.
42. Добсон, Питер, Замечания о боулдерах, этот журнал, **10**, 217-218, 1826.
43. Мерчисон Р. И., Выступление на юбилейном собрании Лондонского геологического общества, этот журнал, **43**, 200-201, 1842.
44. Питер Добсон (1784-1878) приехал в эту страну из Престона, Англия, в 1809 году и основал хлопчатобумажную фабрику в Верноне, Коннектикут.
45. Бакленд, У., О свидетельствах существования ледников в Шотландии и на севере Англии, Прос. Лондон, геол. соц., **3**, 1841.

46. Хичкок, Эдвард, Первое юбилейное выступление перед Ассоциацией американских геологов, этот журнал, **41**, 232-275, 1841.
47. Третье ежегодное собрание Ассоциации американских геологов и натуралистов, этот журнал, **43**, 154, 1842; Резюме материалов четвертой сессии Ассоциации американских геологов и натуралистов, там же., **45**, 321, 1843.
48. Роджерс, Х. Д., Выступление перед Ассоциацией американских геологов и натуралистов, этот журнал, **47**, 275, 1844.
49. Агассис, Луис, Странные явления на озере Верхнее, этот журнал, **10**, 83-101, 1850.
50. Десор Э., О дрейфе озера Верхнее, этот журнал, 13, 93-109, 1852; Постплиоцен южных Штатов и др., **14**, 49-59, 1852.
51. Дана, Дж. Д., Руководство по геологии, 546, Филадельфия, 1863.
52. Дана, Дж. Ди, о четвертичном, или постреттичном периоде региона Нью-Хейвен, этот журнал, **1**, 1-5, 1871.
53. Мэтью, Г. Ф., Геология поверхности Нью-Брансуика, этот журнал, **2**, 371-372, 1871.
54. Макларен, Чарльз, Ледниковая теория проф. Агассис, этот дневник, **42**, 365, 1842.
55. Дейли, Р. А., Проблемы тихоокеанских островов, этот журнал, **41**, 153-186, 1916.
56. Кэтлин, Джордж, Отчет о путешествии в Кот-де-Прери, этот дневник, **38**, 138-146, 1840.
57. Хилгард, Э. У., Замечания о дрейфе западных и южных штатов и его связи с теориями ледников и айсбергов, этот журнал, **42**, 343-347, 1866.
58. Холл, Калифорния, Ледниковые явления вдоль Киттатинни или Голубой горы, Пенсильвания, этот журнал, **11**, обзор, 233, 1876.
59. Стивенс Р. П., О ледниках ледниковой эпохи в Вирджинии, этот журнал, **6**, 371-373, 1873.
60. Роджерс, У. Б., О месторождениях гравия и булыжника в Вирджинии и Средних Штатах, Сборник трудов. Бостонский государственный университет. История., 18, 1875; этот журнал, **11**, 60-61, 1876.
61. Керр, У. К. Происхождение некоторых новых точек в топографии Северной Каролины, этот журнал, **21**, 216-219, 1881.
62. Гилберт Г. К., О некоторых ледниковых и послеледниковых явлениях долины Моми, этот журнал, **1**, 339-345, 1871.
63. Чемберлин, Т. К. О геологии восточного Висконсина, Геол. из Висконсина, **2**, 1877; этот журнал, 15, 61, 406, 1878.
64. Чемберлин, Т. К. Предварительный документ о конечной морене второй ледниковой эпохи, Геологическая служба США. Обзор, Третье полугодие. Республика, 291-402, 1883.
65. Райт Г. Ф., Единство ледниковой эпохи, этот журнал, **44**, 351-373, 1892.

Апхэм, Уоррен, Разнообразие дрейфа ледников вдоль его границы, там же., **47**, 358-365, 1894.

Райт Г. Ф., Теория межледникового затопления в Англии, там же, **43**, 1-8, 1892.

Чемберлин Т. С., Разнообразие ледникового периода, там же, **45**, 171-200, 1893

Дана, Дж. Д., О Новой Англии и бассейне верхней Миссисипи в ледниковый период, там же., **46**, 327-330, 1893.

Райт Г. Ф., Непрерывность ледникового периода, там же., **47**, 161-187, 1894.

Чемберлин Т. С. и Леверетт Ф., Дальнейшие исследования особенностей дренажа бассейна верхнего Огайо, там же., **47**, 247-282, 1894.

66. Пампелли, Рафаэль, Геологические исследования в Китае, Японии и Монголии, Материалы Смитсоновского института, № 202, 1866.

67. Кингсмилл, Т. В., Вероятное происхождение “лесса” в Северном Китае и восточной Азии, Кварт. Jour. Геол. соц., **27**, № 108, 1871.

68. Пампелли, Рафаэль, Связь вековой дезинтеграции горных пород с лессом, дрейфом ледников и скальными бассейнами, этот журнал, **17**, 135, 1879.

69. Бинни, А., Некоторые геологические особенности в Натчезе на реке Миссисипи, Прок. Бостонский государственный университет. История., **2**, 126-130, 1848.

70. Хилгард, Э. В., Лесс долины Миссисипи и золотая гипотеза, этот журнал, **18**, 106-112, 1879.

71. Чемберлин, Т. К. Дополнительная гипотеза о происхождении лесса долины Миссисипи, Журнал. Геол., **5**, 795-802, 1897.

72. Рамзи, А. К., О ледниковом происхождении некоторых озер в Швейцарии, Шварцвальде, Великобритании, Швеции, Северной Америке и других местах, Кварт. Jour. Геол. соц., 1862; этот журнал, **35**, 324-345, 1863. Предварительные положения этой теории появились в 1859 и 1860 годах.

73. Уиттлси, Чарльз, Материалы Смитсоновского института, № 197, 1864.

74. Леконт, Джозеф, О некоторых древних ледниках Сьерры, этот дневник, **5**, 325-342, 1873, 10, 126-139, 1875.

75. Кинг, Кларенс, Геология США. Приложение 40-е, 1, 459-529, 1878.

76. Дэвис В. М., Ледниковая эрозия, Прок. Бостонский государственный университет. История., **22**, **58**, 1882.

77. Сабина, сэр Эдвард, Обращение президента Королевского общества, этот журнал, **37**, 108, 1864.

IV ВЕК ГЕОЛОГИИ.—РОСТ ЗНАНИЙ О СТРОЕНИИ ЗЕМЛИ

ДЖОЗЕФ БАРРЕЛЛ

Введение

Интеллектуальная точка зрения в 1818 году.

В 1818 году, в год основания журнала, естественные науки в Европе все еще находились в зачаточном состоянии. Геология по-прежнему подчинялась минералогии, едва ли признавалась отдельной наукой и представляла собой немногим больше, чем описание характера и распределения минералов и горных пород. Америка была удалена от научных центров Старого Света. Энергия молодой нации была поглощена собственной экспансией, и лишь немногие из тех, кто по своим способностям был пригоден для расширения научных знаний, даже осознавали существование такой области деятельности. В этих условиях образовательное поле, открытое для научного журнала в Соединенных Штатах, было почти девственной почвой. Оригинальные материалы легче всего могли быть основаны на естественной истории Нового Света, и основатель журнала проявил понимание ситуации, заявив в “Плане работы” во введении к первому тому, что “Это будет ведущий объект для иллюстрации естественной истории Америки, и особенно нашей минералогии и геологии”.

В то время образованные люди все еще были удовлетворены тем, что все знания о происхождении и развитии земли, насколько человек мог или должен был это знать, были изложены в Книге Бытия. Они были склонны с опаской относиться к попыткам напрямую расспросить землю о ее истории. Такие философы, как Декарти Либниц, космогонисты де Майе и Бюффон, сыграли не столько важную роль в развитии науки, сколько в том, чтобы приспособить несколько фактов и множество предположений к своим философским системам. Однако к началу девятнадцатого века образованные люди начали понимать, что путь к развитию науки лежит через эксперименты и наблюдения, сбор фактов и пресечение необоснованных спекуляций. Понимание Силлиманом потребностей геологической науки показано в следующей цитате (1, стр. 6, 7, 1818):

“Наша геология также представляет собой чрезвычайно интересную область исследований. Недавно м-р Маклюр мастерски начертил общий план, потребовав огромного количества личных наблюдений и труда; но чтобы дополнить детали, требуются и наблюдения, и труд еще более обширный; и цель не может быть достигнута до тех пор, пока не будет сформировано больше хороших геологов и они не будут распределены по нашей обширной территории.

Объяснение формирования и изменений нашего земного шара с помощью фантазий, часто великолепных и внушительных, но обычно призрачных и почти всегда беспочвенных, еще полвека назад было занятием геологических спекуляций; но теперь это исследование приняло более трезвый характер; наука геология выросла на многочисленных и точных наблюдениях за фактами; и, стоя, таким образом, на основе индукции, она имеет право на место среди тех наук, созданию которых способствовала философия лорда Бэкона. Геологические исследования в настоящее время проводятся путем фактического изучения структуры и расположения районов, стран и континентов. Наклон пластов большинства горных пород, из-за чего их края выступают во многих местах над поверхностью; их обнажение, в других случаях, на склонах или вершинах

холмов и гор; или, вследствие пересечения их пластов, дорогами, каналами и руслами рек, или из-за износа океана; или их прямое пробивание стволами шахт; все эти и другие причины предоставляют обширные средства для изучения внутреннего строения земного шара.

Очертания американской геологии кажутся особенно грандиозными, простыми и поучительными; а знание важных фактов и общих принципов этой науки имеет огромное практическое значение в интересах сельского хозяйства и исследований полезных ископаемых. Геологические и минералогические описания и карты отдельных штатов и округов очень необходимы в Соединенных Штатах; и пробудить желание предоставить их станет одной из главных задач этого журнала”.

Длительное влияние переросших Идей.

Те, кто интересуется какой-либо отраслью науки, должны в порядке образования ознакомиться с историей этого специального предмета. Знание этапов, на которых было достигнуто нынешнее развитие, необходимо для того, чтобы дать надлежащий взгляд на литературу каждого периода. Большая часть существующей терминологии является наследием первых попыток создания номенклатуры или может основываться на теориях, давно отвергнутых. Популярные представления, расходящиеся с передовым обучением, часто являются забытым наследием прошлого поколения.

Гнейс, трапп и Старый красный песчаник - это названия, которыми мы обязаны Вернеру. ”Третичный период“ и ”дрейф“ являются пережитками ранней терминологии. В геологических туристических проспектах по-прежнему говорится о каньонах, образованных ”конвульсиями природы”. Популярные авторы по-прежнему приписывают геологам веру в расплавленную землю, покрытую тонкой коркой. В течение нынешнего столетия предположения Вернера и его предшественников восемнадцатого века, постулирующие предполагаемую способность воды просачиваться сквозь кору в недра земли, что приводит к гипотетическому прогрессирующему высыханию поверхности, взгляды, давно заброшенные большинством современных геологов, были возрождены астрономом в теорию ”планетологии”.

Обзор литературы столетия выявляет определенные тенденции в развитии науки. Каждое десятилетие становилось свидетелем большего накопления наблюдаемых фактов и более полной классификации этих фундаментальных данных, но маятник теории интерпретации отклоняется от пути прогресса, то в одну, то в другую сторону, проверяя правильное направление. На протяжении десятилетий понимание определенных классов фактов может быть фактически регрессивным. Ретроспективный взгляд показывает, что определенные умы, увлеченные и не скованные господствующей теорией, в некоторых направлениях опережали свое поколение. Но суждения того времени не имели достаточной базы знаний для отделения и принятия их более истинных взглядов от современного клубка ложных интерпретаций.

Интересную иллюстрацию этих заявлений относительно медленного установления общественного мнения можно привести в отношении значения падения триасовых формаций на востоке Соединенных Штатов. Пласты бассейна Массачусетс-Коннектикут имеют моноклиальный восточный наклон, который в среднем составляет около 20 градусов к востоку. Пласты бассейна Нью-Джерси-Пенсильвания-Вирджиния имеют аналогичный наклон к северо-

западу. Оба бассейна изрезаны крупными разломами, и этот провал в настоящее время практически всеми геологами принимается как результат поворота блоков земной коры в сторону от геологической оси между двумя бассейнами. Эдвард Хичкок, чья работа с самого начала демонстрирует качество интерпретации, опережающее его время, заявляет в 1823 году (6,74) о падении скал долины Коннектикут:

“Есть основания полагать, что гора Тоби, пласты которой почти горизонтальны, демонстрирует первоначальный наклон этих пород, и что те случаи, когда они имеют более высокий наклон, являются результатом какого-то плутонийского сотрясения. Такая неравномерность наклона угольных месторождений не является редкостью”.

В книге Хичкока "Геология Массачусетса", опубликованной в 1833 году, десять лет спустя, приведены разрезы геологической структуры горных пород долины Коннектикут, подробно обсуждаются факты, а падение приписывается подъемным силам. Он говорит (л. с., стр. 213, 223):

“Если бы можно было усомниться в том, что новая формация красного песчаника образовалась из воды, поверхность некоторых слоев этого сланца наглядно разрешила бы этот вопрос. Ибо на нем видны именно те мягкие неровности, которые представляет суглинистое дно каждой реки с умеренным течением. (№ 198.) Но такая поверхность никогда не могла образоваться, пока слои имели тот высокий наклон к горизонту, который многие из них имеют сейчас: так что здесь мы также имеем решающее доказательство того, что впоследствии они были подняты до своего отложения

Возражение автора "Американского научного журнала" о том, что уровень воды, при котором отложилась гора Тоби, должен был образовать озеро почти до верхней части Нью-Гэмпшира, в долине Коннектикута, и, таким образом, вызвать образование того же песчаника выше по этой долине, чем Нортфилд, теряет свою силу, если вспомнить, что эта формация отложилась до того, как были подняты ее пласты. Поскольку подъемная сила, несомненно, изменила относительный уровень различных частей страны. В этом случае возмущающая сила, должно быть, действовала под первичными породами. И, кроме того, у нас есть веские доказательства, которые будут показаны со временем, что наш новый красный песчаник образовался под океаном. Тогда мы не можем рассуждать на эту тему с нынешних уровней ”.



Edward Hitchcock

Любезно предоставлено научно-популярным ежемесячником.

В 1840 году Х. Д. Роджерс, геолог, получивший более широкую известность, чем Хичкок, но на самом деле продемонстрировавший худшие способности в интерпретации, сделал следующие заявления для объяснения регионального моноклинального падения триасовых пород Нью-Джерси в среднем на 15-20 градусов к северо-западу:^[78]

“Их материалы свидетельствуют о том, что их занесло в это устье, или великую древнюю реку, с юга и юго-востока течением, вызвавшим почти повсеместный уклон русел к северо-западу, особенность, явно не вызванная каким-либо поднятием, а предполагавшаяся изначально во время их отложения, вследствие направления течения с противоположного или юго-восточного берега”.

В 1842 году на третьем ежегодном собрании Ассоциации американских геологов Х. Д. и У. Б. Роджерс утверждали (43, 170, 1842) против сэра Чарльза Лайелла и Э. Хичкока, что нынешний триасовый провал был первоначальным склоном отложений, указывая среди прочих причин, что следы, оставленные на отложениях, часто свидетельствовали о скольжении и выталкивании мягкой глины в направлении спуска. В 1858 году Х. Д. Роджерс все еще придерживался тех же взглядов на первоначальное погружение,^[79] несмотря на то, что умеренное количество наблюдений за слоями грязи, потрескавшимися и изъеденными дождевыми ямочками, дало бы доказательство того, что они должны были высохнуть как горизонтальные поверхности. Идея наклонного отложения еще не полностью умерла, поскольку она не раз предлагалась нынешним поколением в качестве средства избежать необходимости принимать очень большие толщины этого и подобных образований. Таким образом, как заметил Бреггер в другой связи, призраки прошлого всегда готовы появиться вновь.

В настоящем эссе о развитии структурной геологии, отраженном столетием публикаций в журнале, особое внимание будет уделено двум областям: структурам, связанным с магматическими породами, и структурам, связанным с образованием гор, и акцент будет сделан на росте понимания, а не на накоплении знаний о деталях. Рост обоих этих разделов структурной геологии хорошо проиллюстрирован в томах журнала.

Структуры и взаимосвязи магматических пород.

Противоположные интерпретации плутонистов и нептунистов.

В первой четверти девятнадцатого века геологический спор между плутонистами и нептунистами был в самом разгаре; плутонисты вслед за шотландцем Хаттоном придерживались магматического происхождения базальта и гранита, нептунисты вслед за своим немецким учителем Вернером Фрейбергским утверждали, что эти породы выпали из первобытного мирового океана. Плутонисты, хотя время показало, что они были правы во всех существенных деталях, на протяжении целого поколения были погружены в пропаганду, которую вели ученики Вернера. “Иллюстрации хаттоновской теории Земли”, замечательная классика, достойная изучения как сегодня, так и столетие назад, была опубликована в 1802 году Джоном Плейфейром, профессором математики Эдинбургского университета и другом Хаттона, который умер пятью годами ранее. Против этого тома выступил Роберт Джеймсон, профессор натурфилософии в том же университете, который впитал идеи немецкой школы во время учебы во Фрейберге и опубликовал в 1808 году том “Элементы геогнозии”, в котором во всем

прослеживается философия Вернера и даже утверждается, что обсидиан и пемза являются водными осадками. Авторитет вернеровской автократии привел к тому, что ее номенклатура была принята в новом свете, но убедительные доказательства против ее интерпретаций можно было найти в реальных структурных отношениях, демонстрируемых магматическими породами.

Вклады в вулканические и интрузивные породы.

Накопление и изучение фактов представляли собой лучшее лекарство от ошибочной теории. Публикации журнала способствовали достижению этой цели, опубликовав статьи понесколькоким направлениям. Наиболее оригинальными были те, которые касались площадной и структурной геологии восточной части Северной Америки, но не менее ценными в то время для расширения научных интересов были исследования вулканической активности Гавайских островов, публиковавшиеся на протяжении многих лет. Возможно, наиболее ценными с образовательной точки зрения были обширные публикации в Журнале наиболее важных европейских исследований, сделавшие их доступными для американских читателей. В томе **13** (1828), например, приводится сборник работ Скроупа о вулканах, занимающий сорок страниц; и Добени о действующих и потухших вулканах, занимающий более семидесяти пяти страниц и продолжающийся в vol. **14**. Благодаря этим всеобъемлющим исследованиям природа вулканической деятельности стала общепринятой в первой половине девятнадцатого века, и оригинальные публикации в журнале были ценны, поскольку давали представление о деятельности гавайских вулканов.

В начале девятнадцатого века геологам еще предстояло исследовать всю Америку. Регионы, прилегающие к учебным центрам, были одними из первых, на кого обратили внимание, а триасовый бассейн Коннектикута и Массачусетса дал информацию о природе магматического вторжения. Этот бассейн, состоящий из неметаморфических сланцев и песчаников, занят рекой Коннектикут, за исключением ее южной оконечности. Формация содержит в себе пороги, дамбы и оттоки базальтовых пород, которые из-за их превосходной устойчивости к эрозии образуют выступающие холмы в местах, ограниченных скалами.

Силлиман в 1806 году^[80] описал Ист-Рок, Нью-Хейвен, Коннектикут, как винный камень, трапп или базальт, и объяснил его присутствие предположением, что у него есть

“на самом деле он был расплавлен в недрах земли и выброшен в верхние слои силой подземного огня, но никогда не извергался подобно лаве, остывая под давлением перекрывающих слоев и, следовательно, будучи компактным или невезикулярным, его нынешняя форма обусловлена эрозией”.

В этих выводах Силлиман был прав. Обладая лишь ограниченным опытом, он смог отличить интрузивные породы от эффузивных и увидел, что выдающееся положение этого холма было вызвано эрозией отложений, которые когда-то окружали его.

Обширная статья о геологии этого региона была опубликована Эдвардом Хичкоком в 1823 году,^[81] тогда ему было всего тридцать лет. В этой статье приведены свидетельства обширных полевых наблюдений, и его комментарии относительно ловушки и гранита представляют интерес. Хичкок посвящает пять страниц теме “Зеленокаменные дамбы в старом красном песчанике” (6, 56-60, 1823) и делает следующие заявления:

Профессор Силлиман провел меня в одно из таких интересных местечек в Ист-Хейвене. Они происходят на главной дороге из Нью-Хейвена в Ист-Хейвен, менее чем в полумиле от моста Томлинсона ... (стр. 56).

Они представляют собой интересную особенность нашей геологии и заслуживают большего внимания; и особенно удачно, что они расположены так близко к геологической школе и первому в нашей стране хранилищу полезных ископаемых ... (стр. 58).

Происхождение зеленого камня.

Являются ли зеленые камни Коннектикута доказательством в пользу вернеровской или хаттонской теории их происхождения? Как бы мне ни было неприятно принимать чью-либо сторону в этом споре, я не могу не сказать, что человек, который поддерживает вдоль и поперек первоначальную гипотезу Вернера относительно водного отложения трэпа, сочтет, что в его интересах, если он хочет избавиться от сомнений, не следовать примеру Д'Обюиссона, отправляясь исследовать зеленый камень этого региона, чтобы, подобно тому геологу, он не был вынужден не только отказаться от своей теории, но и написать книгу против нее. Действительно, при исследовании отдельных участков этой скалы мне иногда казалось, что Бейквелл не сильно преувеличивал, когда говорил в отношении гипотезы Вернера, что "вряд ли человеческий разум способен изобрести систему, более противоречащую существующим фактам".

С другой стороны, осмотр большей части этой скалы, несомненно, обрадовал бы сердце хаттона и укрепил бы его веру. Когда он смотрел на дамбы старого красного песчаника, он почти видел расплавленную породу, пробивающуюся сквозь трещины; и когда он доходил до миндалевидных тел, особенно до тех разновидностей, которые напоминают лаву, у него могло даже возникнуть искушение приложить к ним свой термометр, подозревая, что они еще не совсем остыли ... (стр. 59).

Рассматривая этот вопрос таким образом, я не имею в виду неуважения ни к одному из выдающихся людей, которые приняли ту или иную сторону в этом вопросе. Я чувствую себя в большом долгу особенно перед президентом Купером, который считает зеленый камень Коннектикута вулканическим, за огромное количество фактов, собранных им по этому вопросу. И если бы я принял какую-либо гипотезу относительно происхождения нашего зеленого камня, она не сильно отличалась бы от его" (стр. 60).

К 1833 году и более четко в 1841 году Хичкок осознал различие между интрузивными и экструзивными базальтовыми пластами в долине Коннектикута. Доусон также пришел к выводу, что акадийские листы являются экструзионными, а Эмерсон в 1882 году снова привел доказательства для Массачусетса (24, 195, 1882). Дэвис, однако, пошел еще дальше и, применив отличительные критерии, не только разделил интрузивные и экструзивные слои по всей триасовой области, но и, используя потоки базальта в качестве стратиграфических горизонтов, впервые раскрыл систему разломов, разрезающих триасовую систему. За его предварительной работой (24, 345, 1882) последовали многие другие.

С 1880 года начинается период точных структурных полевых работ. Геологи старшего поколения в основном задумывали свою работу на основе методов разведки. С 1870 по 1880 год группа молодых людей пришла в геологию, которые уделяли пристальное внимание геометрии

твердого тела и механике земных структур. В их руках физическая и динамическая геология начала приобретать статус точной и количественной науки. В области интрузивных пород первым классиком был Гилберт, который в своем томе о геологии гор Генри, опубликованном в 1880 году, сделал лакколиты известными всему миру. С началом этого нового периода мы вполне можем оставить тему интрузивных пород и обратиться к прогрессу знаний в отношении тех более глубоких и обширных тел, которые сейчас известны как батолиты. Поскольку эрозия не обнажает их дно, Дейли отделяет их от интрузивов и классифицирует как нижележащие. Батолиты обычно состоят из гранита и гранодиорита и знакомят нас с проблемой гранита.

Взгляды на структурные соотношения гранита.

Добросовестных полевых наблюдений было достаточно, чтобы установить истинную природу интрузивных и экструзивных пород. Однако дело обстояло совсем иначе с природой и соотношениями больших массивов гранита, которые в структурном смысле могут быть восприняты как включающие все явно кристаллические кислые и промежуточные породы, более известные как гранит, сиенит и диорит.

Крупные массивы гранита, структурно классифицируемые как штоки, или батолиты, обычно имеют клинья, языки или сети дамб, врезающиеся в окружающие породы. Однако в отношениях не все так просто, как кажется. Граниты могут покрывать обширные площади, обычно это более старые породы, они обычно связаны с региональным метаморфизмом внедрившихся образований, который, как сейчас считается, обусловлен главным образом теплом и минерализаторами, выделяемыми гранитной магмой, связанными с измельчением и сдвигом окружающих пород. Гранит часто закачивался последовательными стадиями, которые чередовались со стадиями регионального измельчения. Таким образом, развивается параллельная или гнейсовая структура, которая частично обусловлена измельчением, частично магматической инъекцией. Там, где подъем тепла в покров чрезмерен или где блоки отделяются и вовлекаются в магму, последняя может растворить некоторые из более старых пород покрова, даже если они были осадочного происхождения.

Таким образом, между затиранием, инъекцией и ассимиляцией генетические связи батолита с его окружением во многих случаях неясны. Тем не менее, внимание к более крупным соотношениям показывает, что расплавленная магма зародилась на больших глубинах в земной коре, намного ниже подошв геосинклиналей, и состоит из первичного магматического материала, а не из сплавленных отложений. Из этих глубин он поднялся в результате различных процессов во внешнюю кору, где кристаллизовался в гранитные массы, чтобы позже обнажиться в результате эрозии. Количество материала, которое может быть растворено и ассимилировано, должно быть небольшим по сравнению со всем телом магмы. Первоначальный состав магмы, вероятно, был основным, более близким к базальту, чем к граниту. Считается, что дифференциация расплавленной массы приводит к тому, что верхняя и нижняя части камеры становятся непохожими, причем более легкая и кислая часть приводит к образованию крупных гранитных массивов. Однако, за исключением определенных пограничных зон, вся территория в целом рассматривается как магматическая порода, поднявшаяся из глубин.

Сложные пограничные отношения, но, в частности, определенные академические гипотезы, привели к периоду непонимания и регресса в отношении природы гранитов. Это представляет собой интересную иллюстрацию возможности того, что неправильная теория может сбить

интерпретацию с толку, главным образом из-за увеличения второстепенных факторов до крупных. Эта история иллюстрирует опасность качественной науки по сравнению с количественной, опасность того, что одна гипотеза противопоставляется методу множественных рабочих гипотез. Этот поток мнений относительно природы гранитов можно проследить по томам журнала.

Э. Хичкок в 1824 году (6, 12) отметил, что местами гранит казался залегающим слоями, но в других местах существовали жилы, которые пересекали пласты наискось. Силлиман, хотя и старался не отрицать водного происхождения некоторых базальтов, все же считал, что полевые находки в Новой Англии указывают для этого региона на магматическое или хаттонское происхождение траппов и гранитов (7, 238, 1824).

В 1832 году в журнале появилась следующая статья Хичкока (22, 1, 70):

Отчет о геологии Массачусетса; исследован под руководством правительства этого штата в 1830 и 1831 годах; Эдвардом Хичкоком, профессором химии и естественной истории в колледже Амхерст.

В сноске добавляется, что это “опубликовано в этом журнале с согласия правительства Массачусетса и предназначено для публикации также в отдельной форме и распространения среди членов законодательного органа того же штата примерно в то же время, когда оно появилось в этой работе. Мы считаем, что это первый в нашей стране пример геологической разведки целого штата”.

Эта статья включает геологическую карту штата и охватывает предмет экономической геологии. В отчете приводились следующие замечания французского рецензента в *"Revue Encyclopédique"*, август 1832 г., процитированные в журнале (23, 389, 1833):

“Одного взгляда на этот отчет достаточно, чтобы убедить любого в полезности подобной работы для штата, который ее предпринял; и выразить сожаление по поводу того, что существует столь небольшая часть французской территории, геологическое строение которой так же хорошо известно общественности, как сейчас штат Массачусетс. У Франции есть еще большая причина сожалеть о том, что она отстранена в этой гонке от Америки, поскольку у нее нет корпуса горных инженеров, которые, если бы у них были средства, в очень короткий срок создали бы работу того же рода, еще более полную, по каждому из департаментов”.

Полный отчет, опубликованный в 1833 году, занимает 700 страниц. Теме гранита посвящены страницы с 465 по 517. Приведены многочисленные подробные наброски, показывающие контактные связи. Девять страниц посвящены теоретическим рассуждениям и приведено множество доказательств того, что гранит - это магматическая порода, расплавившаяся от внутреннего тепла земли и внедрившаяся в осадочные слои. Его заявление является самым четким из опубликованных в мире, насколько известно автору, на сегодняшний день и отмечает Эдварда Хичкока как одного из ведущих геологов своего поколения как в Европе, так и в Америке. К сожалению, его взгляды были в значительной степени утеряны из виду следующим поколением.

В 1840 году первое американское издание книги Мантелла "Чудеса геологии" подтвердило идею о том, что доказано, что гранит имеет все геологические возрасты вплоть до третичного (39, 6, 1840). В 1843 году Дж. Д. Дана указал (45, 104), что сланцеватость не является доказательством

осадочного происхождения. Он считал большинство гранитов магматическими, о чем свидетельствуют их структурные соотношения, но считает, что некоторые из них могли иметь осадочное происхождение.

Расцвет и упадок метаморфической теории гранита.

До 1860 года гранит рассматривался на основании данных месторождения по существу как интрузивная порода, а гнейс - как метаморфический продукт, в основном осадочного происхождения. Казалось, что надежные методы исследования и интерпретации были надежно установлены. Тем не менее, новая эра спекуляций и модифицированного вернеризма возникла в то время со статьей Т. Стерри Ханта, ознаменовавшей регресс в теории гранита, который продолжался до его смерти в 1892 году.

В ноябре 1859 года Хант прочитал перед Лондонским геологическим обществом статью “Некоторые моменты химической геологии”, в которой он объявил, что магматические породы во всех случаях представляют собой просто сплавленные и вытесненные отложения, причем сплавление происходит за счет повышения внутреннего тепла земли в глубоко погребенные и пропитанные водой массы отложений (см. **30**, 133, 1860). Зародыш этой идеи водно-магматического синтеза был намного старше, благодаря Бэббиджу и Джону Гершелю, ни один из которых не был геологом, но столь масштабные расширения этой идеи никогда прежде не публиковались. Преимущество Ханта заключалось в широком знакомстве с геологической литературой и химией. Он правдоподобно писал о химической и теоретической геологии, но его взгляды не определялись тщательными полевыми наблюдениями. На самом деле он уверенно писал о регионах, которые, по-видимому, никогда не видел и где ограниченное количество полевых работ показало бы, что он был в корне неправ. Человек эгоистичного темперамента, он стремился установить для себя приоритет во многих предметах и для того, чтобы охватить эту область, делал много плохо обоснованных утверждений. Опираясь на другую идею Вернера, он считал, что многие метаморфические минералы имеют хронологическую ценность, сравнимую с окаменелостями — ставролит, например, указывает на досилурийский возраст, — и на этом основании разделил кристаллические породы на пять серий. Хотя в работах Ханта скрыто много ценного, в них трудно разобраться, в результате чего его труды оказали плохую услугу геологической науке. Несмотря на то, что при его жизни они имели большой вес, с его смертью они почти канули в лету.

Марку, обладавший ограниченными знаниями американской геологии и мало уважавший мнение других, опубликовал геологическую карту Соединенных Штатов, содержащую грубые ошибки. В подтверждение своих взглядов он прочитал в ноябре 1861 года статью о таконических и нижнесилурийских породах в Вермонте и Канаде. В следующем году он подвергся суровой критике со стороны “Т”, который положительно заявил, оспаривая Марку (**33**, 282, 283, 1862), что “граниты (Зеленых гор), очевидно, представляют собой слои, измененные на месте”.

“Далее г-ну Марку следует сообщить, что граниты альпийских вершин, вместо того чтобы быть, как когда-то предполагалось, породами, подверженными извержению, теперь известны как измененные слои нового вторичного и третичного возраста. Простая структура хорошо сохранилась на Британских островах, где, как показал сэр Родерик Мерчисон на своей недавней геологической карте Шотландии, Бен-Невис и Бен-Лоуэрс состоят из более высоких слоев, залегающих всинклиналиях. Один только этот великий закон строения гор привел бы нас к

предположению, что гнейс Зеленых гор, вместо того чтобы находиться у основания, на самом деле находится на вершине хребта

Мы не можем здесь останавливаться на обсуждении замечания г-на Марку о ‘нерасслоенных и древнейших кристаллических породах Белых гор’, которые он помещает под нижней таконической серией. Мистер Лесли показал, что эти граниты стратифицированы, и, как и мистер Хант, считает их девонского возраста. (Этот журнал, том **31**, стр. 403.) Мистер Марку пришел к нам с представлениями о горах, разрушенных интрузивными гранитами, и подобными устаревшими традициями, которые сейчас, к счастью для науки, почти забыты ”.

Видно, что Марку, несмотря на общий характер своей работы, оказался в некоторых вопросах ближе к истине, чем его критики, и что “Т” в определенной степени принял взгляды Ханта.

Восстановление геологии после этого периода неразберихи было частично связано с медленным накоплением противоположных фактов; особенно с признанием того факта, что смещение гранитно-гнейсовых отложений в западной Шотландии было вызвано сильными надвигами; также с доказательствами явно интрузивной природы многих кордильерских гранитов. Однако восстановление более обоснованной теории было ускорено критикой Дж. Д. Даны в журнале. В 1866 году (**42**, 252) Дана указал, что осадочные породы в Пенсильвании, в Новой Шотландии и других регионах, которые были погребены на глубину не менее 16 000 футов, не являются метаморфическими. Таким образом, простой глубины залегания отложений было недостаточно для возникновения метаморфизма и водно-магматического синтеза. Необоснованный и спекулятивный характер использования минералов в качестве показателя возраста и интерпретации Хантом геологии Новой Англии в целом был показан Даной в 1872 году (**3**, 91). В следующем году Дана четко указал, что магматические извержения в целом происходят из глубинного источника, а не в результате водно-магматического слияния отложений. Относительно градаций между настоящими магматическими породами и сплавленными и вытесненными отложениями он делает следующие заявления (**6**, 114, 1873):

Опять же, пластичный горный материал, который может быть получен в результате слияния или полуплавления сверхкристаллической коры (то есть горных пород первоначально осадочного происхождения), дает начало “магматическим” породам, часто не отличимым от других магматических пород, когда он выбрасывается через трещины вдали от места своего происхождения; в то время как кристаллические породы простометаморфичны, если они остаются в своих первоначальных отношениях к связанным породам, или почти в таких.

Между этими последними магматическими породами и метаморфическими могут быть неопределенные градации, как утверждает Хант. Но если наши рассуждения верны, то можно доказать, что большая часть магматических пород не имела такого сверхкристаллического происхождения. Доказано, что аргумент о наличии влаги или водосодержащих минералов в таких породах в пользу их происхождения в результате слияния донных отложений несостоятелен”.

Внедренные краевые породы и постинтрузивный метаморфизм большинства гранитов Новой Англии, однако, более или менее скрыли их реальную магматическую природу, так что градацию от метаморфических отложений через магматические гнейсы к гранитам можно было прочесть в любом направлении. Эти особенности ввели Дану в заблуждение, и она приняла

господствующую идею об общем метаморфическом происхождении гранита. Дана делает следующее заявление (**6**, 164, 1873):

“Но Хант прав, утверждая, что в целом гранит и сиенит (кварцсодержащий сиенит), несомненно, являются метаморфическими породами, а не прожилковыми образованиями, как я знаю из изучения многих их примеров в Новой Англии; а прожилки являются результатом проникновения нагретой влаги из пород, прилегающих к некоторой части открытых трещин, которые они заполняют”.

Гранит, хотя и считался в то время крайним в метаморфической серии и происходил из отложений, считался типично архейским по возрасту, хотя в некоторых случаях и моложе. Такая доктрина допускала такие крайние неверные толкования, как у Кларенса Кинга и С. Ф. Эммонса относительно природы интрузивного гранита каньона Литтл Коттонвуд в хребте Вахсатч. Это тело прорезает 30 000 футов палеозойских пород и внимательному наблюдателю, как позже признал Эммонс, представляет явные доказательства его трансгрессивной природы. Но в то время обычно считалось, что гранитные горы способны противостоять эрозии на протяжении всего геологического времени. Следовательно, Кингу и его коллегам не казалось невероятным, что здесь на протяжении палеозоя простоял огромный гранитный массив архейского происхождения, пока постепенное оседание не позволило ему оказаться погребенным под толщей отложений в 30 000 футов.^[82]

Современному читателю может показаться, что такая неправильная интерпретация, наносящая ущерб фундаментальным геологическим знаниям, признанным в настоящее время, была непростительной; но в свете истории геологии, подробно изложенной здесь, видно, что это была интерпретация, естественная для того времени. Верно, что тщательное изучение фактов из этой самой области доказало бы постпалеозойскую и интрузивную природу этого огромного гранитного тела, ныне известного как батолит Литтл-Коттонвуд, но Эммонс объяснил быстрый и частичный характер наблюдений, которые они были вынуждены проводить, чтобы не отставать от своего графика продвижения (**16**, 139, 1903).

Несколькими годами ранее Уитни обнаружил, что граниты Сьерра-Невады представляют собой магматические породы, проникающие в толщи триаса и юры. Геологи озера Верхнее начали доказывать в восьмидесятых годах, что гранит был там интрузивной магматической породой. Р. Д. Ирвинг и Уодсворт отметили эти взаимосвязи. Лоусон в 1887 году решительно указал (**33**, 473), что граниты региона Дождливое озеро, хотя и базальные, были моложе сланцев, залегающих над ними. Гранитные гнейсы, которыми он владел, явно имели то же магматическое происхождение, что и граниты, и ни те, ни другие не дали никаких полевых свидетельств того, что они были сплавленными и вытесненными отложениями. С этого времени истинно магматическая природа гранита становилась все более общепринятой, и до сих пор представление о том, что он состоит из осадочных пород, размягченных и перекристаллизовавшихся в результате подъема изогеотермов в результате глубокого захоронения, так же устарело, как и еще более древняя доктрина непунистов о том, что гранит отложился в виде кристаллического осадка на дне первобытного океана.

За признанием истинно магматической природы гранитов нынешнего поколения последовала серия исследований их структурных взаимоотношений и способа генезиса. В журнале появился ряд важных начальных статей по различным аспектам структуры и контактных отношений, но

этот краткий очерк истории предмета вполне может закончиться введением к этому современному периоду.

Орогенные структуры.

Взгляды плутонистов и нептоunistов.

Орогенные структуры - это, как следует из названия, структуры, связанные с рождением гор. Почти синонимичными терминами являются деформационные или вторичные структуры. В небольшом масштабе это разделение охватывает явления, проявляющиеся в скальном уступе или забое карьера, или в провалах и смещениях, варьирующихся от одного воздействия к другому. Эти структуры включают разломы, складки и слоистость. В более широком масштабе сюда включаются отношения различных хребтов горной системы друг к другу, отношения к предыдущей геологической истории, отношения к земле в целом и к силам, породившим эти структуры.

Чтобы увидеть стадию развития этого предмета в 1818 году и его прогресс, отраженный в публикациях столетия, особенно в журнале, желательно снова обратиться к этим двум трактатам, вышедшим в Эдинбурге в начале девятнадцатого века и представляющим две противоположные школы мысли, плутонистов и нептоunistов.

Плейфер в 1802 году посвящает девятнадцать страниц теме перегиба и возвышения слоев.^[83] Он делает акцент на характерном параллелизме простирания складок по всему региону, что видно из пересечения складок горизонтальной плоскостью эрозии. Он сравнивает это с арками, показанными в поперечном разрезе, и расширяет наши возможности по изучению глубоко залегающих слоев посредством обнажения складчатой структуры. Исходя из этих соотношений, он утверждает, что структуры не могут быть объяснены смутным обращением нептоunistов к силам кристаллизации, к склонам первоначального отложения или к оседанию крыш пещер. Причинами, по его мнению, были высокая температура в сочетании с давлением. Относительно направлений, в которых действовало давление, он не совсем ясен, но, по-видимому, рассматривает давление как действующее толчками вверх на осадочные пласты, при этом последние поддаются в виде деформированных поверхностей. Его метод изложения основан на индуктивных рассуждениях на основе фактов, но он не остановился на концепции горизонтального сжатия за счет сжатия земли.

Джеймсон, профессор естественной истории в том же университете, в 1808 году презрительно игнорирует работу Хаттона и Плейфейра в том, что он называет “*чудовищами*, известными под названием Теорий Земли”. На нескольких страницах он путает и отвергает всю тему деформации. Он заявляет:^[84]

Следовательно, фактом является то, что все наклонные слои, за очень немногими исключениями, были сформированы таким образом изначально и не обязаны своей склонностью последующему изменению.

Когда мы исследуем структуру горы, мы должны быть осторожны, чтобы наши наблюдения не были слишком микрологичными, иначе нам, несомненно, не удастся составить о ней четкого представления. Это станет очевидным, если мы подумаем о том, что почти все геогностические

особенности Природы имеют огромный масштаб. Ни в коем случае это правило не должно соблюдаться более строго, чем при исследовании слоистой структуры.

Не уделяя внимания этому способу исследования, геогносты допускали бесчисленные ошибки и часто придавали обширным участкам страны самую неправильную и запутанную структуру. Спекулянты, основываясь на этих ошибках, представили всю земную кору как нерегулярную и неприличную массу. Поистине удивительно, что люди, обладающие каким-либо знанием о прекрасной гармонии, царящей в строении органических существ, могли на мгновение поверить, что великая ткань самого земного шара — это великолепное проявление Всемогущества — лишена всякой регулярности в своей структуре и представляет собой не более чем груду развалин”.

Таково было отношение лидера британского общественного мнения к теме деформационной геологии, от которой зарождающейся науке пришлось оправиться, прежде чем можно было добиться прогресса. Ранние карты были в основном минералогическими и литологическими. Порядок наложения и вытекающая из этого возрастная последовательность считались Вернером установленными в Германии и не требующими исследования в Америке. Ранними примерами структуры были разрезы, нарисованные в преувеличенных вертикальных масштабах, а на рисунках MacClure детали не видны.

Распознавание структур Аппалачей.

После основания журнала в 1818 году наблюдается рост качества и детализации геологического картографирования. Доктор Эйкен, профессор естественной философии и химии в колледже Маунт-Сент-Мэри, опубликовал в журнале в 1834 году (26, 219) вертикальный разрез, простирающийся между Балтимором и Уилингом на расстояние почти 250 миль в масштабе около 7 миль на дюйм. Тщательно показана последовательность горных пород и направление падения, но не предпринято никаких попыток показать подземные связи, стратиграфическую последовательность и складчатые структуры, которые так отчетливо видны в этом разрезе Аппалачей. Из текста также видно, что автор не распознал свернутую структуру. Более того, там, где складки заканчиваются у подножия горы Аллегани, плоские слои показаны как несогласованные со складчатыми скалами на востоке.

Р. К. Тейлор, геолог, строитель и горный инженер, был с 1830 по 1835 год ведущим исследователем пенсильванской геологии, о чем свидетельствует публикация в 1835 году четырех статей объемом более 80 страниц в журнале "Труды Геологического общества Пенсильвании". Его работа отличается точностью в деталях и, без сомнения, оказала влияние на установление высоких стандартов для государственной геологической службы, которые сразу же последовали.

Х. Д. и У. Б. Роджерсы получили признание в этой стране, а также в Европе, как ведущие толкователи структуры Аппалачей. Меррилл говорит о Х. Д. Роджерсе как о бесспорно ведущем структурном геологе своего времени.^[85] Автору приписывают эту должность, по-видимому, благодаря его возможностям, а не научной проницательности. Великолепная, но легко поддающаяся расшифровке складчатая структура Пенсильвании, отношение угля и железа к этой структуре, значительные выделенные суммы денег и работа целого отряда способных помощников были факторами, которые позволили сравнительно легко достичь важных результатов. В умении взвешивать факты и интерпретировать их Эдвард Хичкок проявил

гораздо большую проницательность, чем Х. Д. Роджерс, в то время как в философских и всесторонних аспектах предмета Дж. Д. Дана намного превосходит его.

Х. Д. Роджерс в своем первом отчете геологической службы Нью-Джерси за 1836 год признает, что кембро-силурийские известняки (нижние вторичные известняки) отложились в виде почти горизонтальных пластов, а гребни докембрийского гнейса (первичного) были подняты вверх как антиклинальные оси (стр. 128). Он также четко осознавал различие между сланцевой спайностью и истинным погружением, как показано на сланцах ордовика (стр. 97). Между 1836 и 1840 годами он многое узнал о природе складок, как показано в его отчете о Пенсильвании за 1839 год и структурных разделах в его отчете о Нью-Джерси за 1840 год.

Р. К. Тейлор, который к тому времени стал президентом совета директоров угольной компании "Дофин и Саскуэханна", опубликовал в Журнале в 1841 году (41, 80) важную статью, озаглавленную "Уведомление о модели западной части Шайлkillа, или Южного угольного месторождения Пенсильвании, в качестве иллюстрации Обращения к Ассоциации американских геологов о наиболее подходящих способах представления геологических явлений". В этой статье он обращает внимание на ценность моделирования как средства показа истинных отношений в трех измерениях. Он осуждает распространенный среди геологов обычай показывать структурные разрезы в преувеличенном вертикальном масштабе с вытекающими из этого топографическими и структурными искажениями. Тейлор был широко знаком со структурой Пенсильвании, Мэриленда и Вирджинии.

Природа сил, вызывающих складывание.

В 1825 году доктор Дж. Х. Стил отправил профессору Силлиману два подробных рисунка и описание перевернутой складки на озере Саратога, штат Нью-Йорк. Относительно значения этой особенности Стил делает следующее заявление (9, 3, 1825):

"Невозможно исследовать эту местность, не проникнувшись сильным убеждением, что положение, которое здесь занимают пласты, не могло быть достигнуто никаким другим способом, кроме как силой, действующей снизу вверх и в то же время обладающей прогрессивной силой; нечто аналогичное тому, что происходит при растрескивании льда на больших реках. Продолжающееся набухание потока сначала преодолевает сопротивление его замерзшей поверхности, и, подняв его до определенной степени, оно принимает вертикальное положение или опрокидывается на сплошной слой позади под действием поступательной силы течения".

Насколько известно настоящему автору, это первое признание в геологической литературе наличия горизонтальной сжимающей и опрокидывающей силы как причины складчатости.

Э. Хичкоку принадлежит заслуга того, что он первым описал переворачивание и инверсию слоев в больших масштабах, но без четкого осознания этого как такового. В западном Массачусетсе экстремальный метаморфизм наблюдается в нижнепалеозойских породах вблизи надвигающейся массы архейского гранит-гнейса, которая составляет хребет Хусик. Палеозойские породы долины к западу перевернуты и, по-видимому, погружаются под более старые породы. Дальше на запад метаморфизм исчезает, и серия принимает нормальное положение. Такое перевернутое соотношение, до того времени неизвестное, описано Хичкоком в 1833 году следующим образом в его книге "Геология Массачусетса" (стр. 297, 298):

“Но исключительная аномалия в наложении серии горных пород, описанной выше, представляет большую трудность в данном случае. Слои этих пород почти равномерно опускаются к востоку: то есть более новые породы, по-видимому, проступают под более старыми; так что сахаристый известняк, связанный с гнейсом в восточной части хребта, по-видимому, занимает самое верхнее место в ряду. Теперь, поскольку наложение имеет большее значение для определения относительного возраста пород, чем их минеральный состав, не должны ли мы заключить, что породы, по мере продвижения на запад от горы Хусак, на самом деле принадлежат к более древним группам? Окаменелости, которые содержатся в некоторых из них, и их явно фрагментарный характер ни на минуту не позволяют допустить такого предположения. Геолог не может ошибиться в свидетельствах, которые он видит почти на каждом шагу, что он переходит от более старых формаций к более новым, как только начинает пересекать долину Беркшира в западном направлении. Таким образом, мы вынуждены предложить альтернативу: либо предположить, что должно быть обманом кажущееся обнажение более новых пород из-под более старых, либо что вся серия пластов на самом деле была перевернута, чтобы на дне оказались самые новые породы. Последнее предположение настолько невероятно, что в настоящее время я не могу его признать”.

Хичкок пытался согласовать доказательства с помощью ряда несоответствий и наклонных показаний, но находит решение неудовлетворительным.

В том же 1833 году Эли де Бомон, выдающийся французский геолог, опубликовал свою теорию происхождения гор. Он выдвинул идею о том, что, поскольку земной шар остывал, он конденсировался, и кора, и без того холодная, должна подвергаться сжатию, приспособляясь к сжимающейся расплавленной внутренней части. На основании свидетельств, представленных в Европе, он пришел к выводу, что разрушение земной коры происходило бурно и быстро через большие промежутки времени. Эта гипотеза представила идею складывания гор под действием горизонтальных сжимающих сил. Теоретическая работа де Бомона вместе с дальнейшими наблюдениями Хичкока и других ученых привели последнего в 1841 году к окончательной вере в инверсию слоев в больших масштабах при горизонтальном сжатии. Его выводы изложены в важной статье, опубликованной в Журнале (41, 268, 1841) и произнесенной 8 апреля 1841 года в качестве Первого юбилейного Обращения Президента перед Ассоциацией американских геологов. Это всеобъемлющее изложение геологии Америки занимает 43 страницы. Три страницы посвящены перевернутой структуре Аппалачей, из которых можно процитировать следующие абзацы:

“Мы все читали об огромных смещениях и инверсиях пластов Альп; и говорят, что подобные явления существуют в Андах. Поверят ли, что у нас есть пример в Соединенных Штатах в еще более великолепном масштабе, чем любой из когда-либо описанных?...

Предположим, что пласты между реками Гудзон и Коннектикут, находясь еще в пластичном состоянии (и это предположение может быть распространено на любой другой участок этого пояса страны от Канады до Алабамы) и будучи лишь слегка приподнятыми, подверглись воздействию силы у двух рек, действующей в противоположных направлениях. Если они достаточно мощные, это может привести к тому, что они сложатся в несколько гребней; и если вдоль западной стороны они будут более мощными, чем с восточной, они могут опрокинуться так, чтобы образовался обратный провал, без каких-либо заметных смещений, в то время как последующая денудация придаст поверхности ее нынешние очертания

В-четвертых, мы должны с готовностью признать, что такое смещение слоев могло бы иметь место в небольшом масштабе. Если бы, например, мы надавили на концы ряда пластиковых слоев длиной в два фута, их можно было бы легко заставить принять положение, в которое бросаются рассматриваемые камни. Почему же тогда мы не должны быть в равной степени готовы признать, что это с таким же успехом можно было бы сделать на протяжении пятидесяти миль в ширину и тысячи двухсот в длину, при условии, что мы сможем найти в природе силы достаточно могущественные? Наконец, такие силы действительно существуют в природе и часто действовали”.

Продвинутый характер этих концепций можно оценить, сравнив их с теми, которые были выдвинуты Х. Д. и В. Б. Роджерсами 29 апреля 1842 г. перед третьим ежегодным собранием того же органа (43, 177, 1842) и повторены ими перед Британской ассоциацией в Манчестере два месяца спустя. По их собственным словам, братья Роджерс, изучая складки, показанные в Пенсильвании и Вирджинии, предположили, что горные складки в целом образуются за счет большого количества упругого пара, выходящего через множество параллельных трещин, образующихся последовательно, вызывая сильные волновые колебания на поверхности текучей земли под тонкой корой. Таким образом, предполагается, что настоящие волны прокатывались по земной коре. Они не думали, что одно только тангенциальное давление может вызвать образование складок. Такие давления считались вторичными, создаваемыми распространением волн, и единственным проявлением касательных сил, которое они допускали, было фиксирование складок и удержание их в нужном положении после того, как сильные колебания утихли (44, 360, 1843). Ведущие британские геологи Де ла Беше и Седжвик резко раскритиковали эту замечательную теорию, заявив, что они не видят в горных складках аналогии с сильными волнами землетрясения и что, по их мнению, медленного приложения касательной силы было достаточно для объяснения этих явлений (44, 362-365, 1843).

Х. Д. Роджерс в судебном преследовании геологической службы Пенсильвании проявил заметные организаторские способности и настойчивость в достижении результатов, даже выделил лично значительные суммы денег, надеясь, что законодательное собрание штата позже возместит ему ущерб. Наконец, после многочисленных задержек со стороны государства, издание было передано непосредственно в его ведение, и в 1858 году он выпустил великолепное произведение в quarto объемом более 1600 страниц, прекрасно иллюстрированное и сопровождаемое атласом. Она превосходна с точки зрения описания и относится к первому классу. Оцениваемая как вклад в теорию динамической геологии, пояснительная часть, однако, на тридцать лет отстала от времени. В 1858 году выдвигаются те же гипотезы, что и в 1842 году. Нет согласия со взглядами Лайелла относительно униформистских принципов, изложенных этим британским лидером в 1830 году, или природы орогенных сил, опубликованных Эли де Бомоном в 1833 году. Роджерс отвергает точку зрения, что расщепление происходит из-за сжатия, и предполагает, “что и расщепление, и слоение происходят из-за параллельной передачи плоскостей или волн тепла, пробуждающих молекулярные силы и определяющих их направление”.^[86] Таким образом, простой словесный лабиринт заменяет уже опубликованные индуктивные демонстрации.

Прослеживая игру этих противоположных течений геологической мысли, мы подходим к тому моменту, когда в работах Дж. Д. Даны начинается период блестящего прогресса в изучении гор и континентальных структур. В 1842 году Дана вернулся из исследовательской экспедиции Уилкса и в следующем году приступил к публикации серии статей, которые на следующие

полвека сделали его лидером в области геологической теории в Америке. О его работах, конечно, следует судить на фоне его времени. Его статьи отмечают явный прогресс во многих направлениях и во всем характеризуются широтой концепции и особенно ясностью и логичностью мышления. Его работы в основном публиковались в журнале, главным редактором которого он стал через несколько лет. Его первый вклад в изучение горных структур, озаглавленный “Геологические результаты сжатия земли вследствие охлаждения”, был опубликован в 1847 году (3, 176). Признаки горизонтального давления впервые были замечены во Франции, о чем свидетельствуют особенности Альп. Эли де Бомон связал это с помощью теории остывающего и сжимающегося земного шара с другим важным фактом повышения температуры по мере опускания земной коры. Дана считает, что братья Роджерс первыми открыли складчатые структуры Аппалачей, но возражает против их интерпретации происхождения. С помощью диаграмм он показал, что складки следует объяснять боковым давлением, а направление опрокидывания указывает на направление, откуда исходила движущая сила.

Братья Роджерс и особенно Джеймс Холл при разработке стратиграфии Аппалачей отметили, что формации, хотя и накапливались до максимальной толщины от 30 000 до 40 000 футов, демонстрировали свидетельства того, что последовательные формации откладывались на мелководье. Это навело их на мысль, что вес накапливающихся отложений был причиной оседания, каждый фут отложений вызывал оседание на фут глубже. Эта идея продолжала фигурировать в различных учебниках по геологии в течение полувека, однако Дана рано осознал ошибочность и в 1863 году в первом издании своего Руководства по геологии (стр. 717) заявил: “Является ли это действительной причиной геологической динамики или нет, остается под вопросом”. В 1866 году в важной статье “Наблюдения за происхождением некоторых особенностей земли” Дана более полно и окончательно рассматривает эту тему (42, 205, 252, 1866). Он показывает, что такой эффект накопления отложений предполагает хрупкое равновесие, очень тонкую кору и отсутствие сопротивления внизу. Если бы такая слабость была допущена, земля не смогла бы удерживать горы. Более того, такое оседание не было регулярным в ходе его развития и, в конце концов, в течение длительного геологического времени уступило место обратному движению высоты.

Холл указал на тот факт, что отложения были самыми толстыми на востоке в районе горной складчатости и истончались до доли этой толщины в широком бассейне Миссисипи. Холл утверждал, что простое оседание впадины привело бы к наблюдаемой складчатости и что складчатость не была связана с образованием гор или сокращением земной коры. В качестве предполагаемого доказательства он привел тот факт, что Катскиллы состоят из развернутых горных пород, они выше, чем складчатая область на юге, и почти такие же высокие, как самые высокие метаморфические горы на востоке.^[87] Холлу и всем его современникам мешала в их геологических теориях полная недооценка важности субаэриальной денудации. Даже самые способные люди не должны нести ответственность за эти ошибки своего времени. Холл был самой сильной личностью в геологии своего поколения. Его вклад в палеонтологию был превосходным. Его понимание связи, существующей между впадинами мощных отложений и складчатыми структурами, было вкладом первостепенной важности; однако в структурной области его аргумент относительно образования аппалачских складок в результате простого оседания во время отложения указывает на поразительную неспособность применить логические следствия его гипотезы к природе складок, как уже стало известно Роджерсу. Дана указала в ответе Холлу, что складчатость не соответствует требованиям гипотезы Холла, тем

более что складчатость произошла не во время, а после завершения обширного палеозойского отложения. В заключение Дана заявляет о гипотезе Холла (42, 209, 1866), что “Это теория происхождения гор, в которой происхождение гор не учитывается”.

Теория геосинклиналей и геантиклиналей.

Тот факт, что системы складчатых слоев лежат вдоль осей особенно мощных отложений и что это подразумевало оседание во время отложения, был вкладом Холла в геологическую теорию, но, как ни странно, ему не удалось, как показано, связать это с последующей природой горной складчатости. Он не понимал, почему такие впадины должны быть слабыми, чтобы противостоять горизонтальному сжатию. Четкое признание этой взаимосвязи стало вкладом Ле Конта, который в статье “Теория формирования крупных элементов земной поверхности” (4, 345, 460, 1872) пришел к выводу, что “горные цепи образовались в результате слияния и вспучивания морского дна, где скопились огромные толщи осадочных пород”.

Что касается причины, по которой затирание должно происходить вдоль впадин мощных отложений, Ле Конте принимает гипотезу водно-магматического слияния, предложенную независимо задолго до этого Бэббиджем и Гершелем и развитую Хантом в теорию магматических пород. Согласно этой точке зрения, по мере того, как более древние отложения оказывались глубоко погребенными, тепло из недр земли поднималось в них, и поскольку они включали в себя осадочную воду, в результате происходили размягчение и метаморфизм. Дана, однако, показал шестью годами ранее (42, 252, 1866), как показывает следующая цитата, что метаморфизм отложений требовал большего, чем глубокое захоронение, и что такого ослабления, которое постулировал Гершель, не произошло:

“Правильность принципа Гершеля не подлежит сомнению. Но вопрос о его действительном участии в обычном метаморфизме должен решаться путем обращения к фактам; и по этому вопросу я хотел бы здесь представить несколько фактов для рассмотрения.

Мне всегда казалось, что количество и смелость изгибов в породах большинства метаморфических регионов противоречат мнению о том, что тепло, вызвавшее изменение, поднималось очень тихим методом, признанным в этой теории

Но есть и другие факты, указывающие на ограниченную достаточность этого способа метаморфизма. Они обеспечиваются крупными разломами и участками пластов, открытыми для изучения. В регионе Аппалачи, как в Вирджинии, так и в Пенсильвании, происходят разломы, описанные профессорами Роджерсом и мистером Дж. П. Лесли, которые предоставляют нам важные данные для выводов. Мистер Лесли, превосходный геолог и геологический наблюдатель, который лично исследовал упомянутые регионы, утверждает, что в районе большого разлома Джуниата и Кос Блэр, Пенсильвания, породы трентонского периода поднялись до уровня пород Чемунга, образуя смещение по меньшей мере на 16 000, а возможно, и на 20 000 футов. И все же трентонский известняк и сланцы реки Гудзон не являются метаморфическими. Там происходят некоторые локальные изменения, включая участки кровельного шифера; но большая часть сланцев не тверже обычных сланцев Пенсильванской угольной формации.

На глубине 16 000 футов температура земной коры, допускающая повышение на 1 ° F. на протяжении 60 футов спуска, составила бы около 330 ° F.; или при 1 ° F. на протяжении 50 футов

— около 380 ° F. - любая из этих температур намного выше точки кипения воды; а при более тонкой коре палеозойского времени температура на этой глубине должна была быть еще выше. Но, несмотря на это нагревание, а также сжатие столь большой вышележащей массы, известняки и сланцы не являются кристаллическими. Замена частей сланца кровельным шифером не является доказательством эффективности предполагаемой причины; ибо такая причина должна действовать равномерно на больших площадях ”.

Следующим вкладом в теорию горообразования стала серия статей, опубликованных Даной в 1873 году под названием “О некоторых результатах сжатия земли в результате похолодания, включая дискуссию о происхождении гор и природе недр земли”.^[88] Этот вклад, рассматриваемый в целом, входит в число первых полудюжины статей по горной науке. Приведенные ниже абзацы дают представление о масштабах этой статьи:

“Виды и строение гор.”

“В то время как горы и горные цепи по всему миру, а также низменности, в ходе своей долгой истории подвергались поднятиям, которые не объясняются идеей о том, что все возвышения гор — это просто то, что может произойти в результате складчатости или дробления, *составные части* горных цепей или те простые горы или горные хребты, которые являются продуктом одного *процесса создания* -возможно, получили, *во время их первоначального создания*, возвышение, превышающее то, которое произошло в результате складчатости.

Это подводит нас к великому различию в орографии, которым до сих пор пренебрегали, которое является фундаментальным и представляет наибольший интерес в динамической геологии; различию между...

1. Простой или *индивидуальный* горный массив или хребет, который является результатом *одного процесса создания*, подобно индивидууму в любом процессе эволюции, и который может быть выделен как *моногенетический* хребет, будучи *единым в генезисе*; и
2. Составной или *полигенетический* диапазон или цепочка, состоящие из двух или более объединенных моногенных диапазонов.

Цепь Аппалачей — горный регион вдоль атлантической границы Северной Америки — представляет собой *полигенетическую* цепь; она состоит, подобно Скалистым и другим горным цепям, из нескольких *моногенетических* хребтов, наиболее важными из которых являются: 1. Горный хребет Хайленд (включая Голубой хребет или его части, а также Адирондаки, если они относятся к одному и тому же процессу формирования) досилурийского периода; 2. Горный хребет Грин-Маунтин на западе Новой Англии и востоке Нью-Йорка, завершившийся в основном после нижнесилурийской эры или во время ее завершения период; 3. Хребет Аллегани, простирающийся от юга Нью-Йорка на юго-запад до Алабамы и заверченный сразу после каменноугольного периода.

Формирование хребта Аллегани сначала происходило в результате продолжительного опускания - *геосинклинали* (не *истинной* синклинали, поскольку породы изгибающейся земной коры, возможно, имели в себе много настоящих или простых синклиналей, а также антиклиналей) и последующего накопления отложений, которое заняло все палеозойское время; и, наконец, это завершилось крупными разрушениями, разломами и складками или пликациями пластов, наряду с другими результатами нарушения.

Эти примеры демонстрируют характеристики большого класса горных массивов или цепей. Геосинклиналь, сопровождающаяся отложением осадочных пород и заканчивающаяся катастрофой пликаций и затвердевания, является существенными этапами, в то время как метаморфизм и магматические выбросы являются побочными результатами. Этот процесс приводит к окончательной стабильности массива и его присоединению в целом к более стабильной части континента, хотя и не является устойчивым ни к будущим колебаниям уровня *в более широком диапазоне*, ни к денудации.

Очевидно, что в таком процессе образования возвышение за счет прямого поднятия подстилающей коры не имеет необходимого места. Сопутствующие пликации могут вызывать возвышения в огромных масштабах, так же как и толчки вверх вдоль линий разлома, и иногда раздавливание может усилить эффект; но возвышение от восходящего движения изогнутой вниз коры является лишь случайным сопутствующим фактором, если оно вообще происходит.

Таким образом, мы понимаем, в чем заключается истина в важном принципе профессора Ле Конте. Он должен иметь в виду только *моноклетические* горы и только их *на момент их создания*. Затем он будет гласить, что складки и надавливания вдоль переломов делаются более заметными, чем раздавливание:

Складчатость, смещение вдоль трещин и дробление являются истинными источниками подъема, который имеет место *во время формирования* геосинклинальных моноклетических гор.

И утверждение профессора Холла может оказаться верным, если мы признаем то же различие, а также изменим порядок и причинно-следственную связь двух событий, накопления и спада; и таким образом сформулируем его следующим образом:

Области моноклетических гор были предшествующими и подготовительными к образованию гор, каждая из которых представляла собой медленно прогрессирующую геосинклиналь и, *следовательно*, мощные скопления отложений.

Известность и важность в орографии горных образований, описанных выше как происходящие из геосинклинали, делают желательным, чтобы у них было отличительное название; и поэтому я предлагаю назвать горный хребет такого типа *синклинорием*, от *синклиналь* и греческого *ὄρος*, гора.

Это подводит нас к другому важному различию в орографической геологии — к различию второго типа моноклетических гор. *Синклинории* были образованы *благодаря прогрессирующей геосинклинали*. Те, что относятся ко второму виду, о которых здесь идет речь, были *произведены прогрессирующим геоантиклиналем*. Они представляют собой просто восходящие изгибы колебаний земной коры — геантиклинальные волны, и вряд ли нуждаются в специальном названии. Тем не менее, если таковой имеется, термин *антиклинорий*, коррелирует *синклинория*, был бы уместен. Многие из них исчезли в ходе колебаний; и все же некоторые, возможно, какое-то время — возможно, миллионы лет - были уважаемыми горами.

Геосинклинальные хребты или синклинории почти во всех случаях с момента их завершения испытывали истинное поднятие в результате крупных геоклинальных движений, но движений, которые охватывали более широкий диапазон земной коры, чем тот, который наблюдался в

предыдущих геосинклинальных движениях, действительно, диапазон земной коры, который строго подпадает под определение полигенной массы ”.

“Состояние недр Земли”. ”

“Состояние недр Земли не входит в число геологических результатов сжатия в результате похолодания. Но эти результаты предлагают очень весомый аргумент в отношении внутреннего состояния земли и делают желательным обсуждение этого вопроса в этой связи. Более того, факты проливают дополнительный свет на предыдущую тему — происхождение гор.

Теперь, по—видимому, астрономическими и физическими аргументами — аргументами, которые, следует отметить, независимы от прямых геологических наблюдений, - доказано, что внутренняя часть нашего земного шара по существу твердая. Но сильные колебания земной поверхности, которые, казалось, требовали для объяснения наличия жидких недр, все еще остаются фактами и, по-видимому, представляют для геолога большую трудность, чем когда-либо. Взгляды профессора Ле Конта в томе iv были предложены им в качестве метода решения этой проблемы; однако, как он признает в своих заключительных замечаниях, колебания во внутренней части континента и факт более значительных движений на границах более крупного океана остались им необъясненными. И все же эти колебания не более реальны, чем изменения уровня или более сильные колебания, которые происходили вдоль границы с морем, где горы были конечным результатом; и поскольку это доказанная истина, не меньшая, чем общая плотность недр земли, возникает вопрос, как совместимы эти две истины?

Часто приводился геологический аргумент по этому вопросу (единственный в рамках нашей настоящей цели). Но это приобретает новую силу и дает более ясные откровения, когда факты рассматриваются в свете принципов, которые были объяснены в предыдущей части этих мемуаров.

Опускание Аппалачей в районе Аллегани на высоту от 35 000 до 40 000 футов, продолжавшееся на протяжении всей палеозойской эры, было вызвано, как было показано, фактическим опусканием земной коры под действием бокового давления, а не локальным сжатием самих пластов или террейнов под ними. Но такое оседание невозможно, если только семь миль — то есть семь миль в максимальную глубину и более ста в общую ширину, — если только семь миль *чего-то* не было удалено в процессе его проведения из области под ним.

Если вещество под ним не было воздушным, то жидкая или вязкая порода отодвигалась в сторону. Поскольку это факт, из этого следует, что под корой неизвестной толщины существовало море или озеро из подвижных (вязких или пластичных) горных пород, размером с область погружения; а также что это огромное вязкое море продолжало существовать в течение всего периода опускания или, в случае региона Аллегань, в течение всего палеозоя — эры, которая, по оценкам на предыдущей странице, охватывает по меньшей мере тридцать пять миллионов лет, если время с начала силурийского периода охватывало пятьдесят миллионов лет.

Таким образом, факты подтверждают утверждение о том, что боковое давление привело не только к опусканию региона Аппалачи в течение палеозоя, но также, одновременно и в качестве его существенной предпосылки, к параллельному ему подъему на границе с морем, или геантиклинали; и что оба движения потребовали существования под ними огромного моря подвижных горных пород”.

Признание региональной *деформации* как основного фактора в более крупной структуре горных систем и выражение этого фактора в терминах "геосинклиналь" и "геантиклиналь" является заметным достижением геологической мысли. Последующее сворачивание в региональном масштабе приводит к развитию синклинорий и антиклинорий. Ван Хайз широко использовал эти последние термины, но, по-видимому, непреднамеренно использовал *synclinoorium* в ином смысле, чем тот, в котором его определила Дана. Дана дал название горному хребту, образованному размыванием и поднятием геосинклинали, Ван Хайз определяет его как складку большого порядка величины, охватывающую антиклинали внутри него; антиклинорий он использует для соответствующей складки.^[89] Райс обратила внимание на это изменение определения,^[90] но использование Ван Хайза, вероятно, будет преобладать, поскольку они необходимы для обозначения более крупной горной структуры и не требуют определения предыдущих границ прогиба вверх и прогиба вниз - первоначальной денудации и отложения. Кроме того, геосинклиналь при горной складчатости может иметь одну сторону поднятой, а другую сторону пониженной, и есть причины рассматривать складки Пенсильвании, синклинорий типа Дана, как представляющие собой лишь западную и пониженную сторону палеозойской геосинклинали. Согласно этой точке зрения, складчатые Аппалачи Пенсильвании представляют собой синклинорий как в смысле Дана, так и в смысле Ван-Хайза.

Конечная причина сжатия земной коры.

Следующий важный шаг в теории гор был сделан К. Э. Даттоном, который в 1874 году опубликовал в журнале (8, 113-123) статью, озаглавленную “Критика гипотезы сжатия”. Даттон приводит основания для утверждения, что степень складчатости и укорачивания горных хребтов, особенно относящихся к третичному периоду, намного больше по величине и отличается по природе и распределению от того, чтобы было вызвано поверхностным охлаждением земного шара. Следующие цитаты охватывают основные моменты аргументации:

Аргумент в пользу гипотезы сжатия предполагает, что земную массу можно рассматривать как состоящую из двух частей: охлажденной внешней поверхности неопределенной (хотя, вероятно, сравнительно небольшой) глубины, заключающей в себе горячее ядро.... Предполагается, что долговременные потери тепла от горячего ядра были бы больше, чем от внешней среды, и, следовательно, большее последующее сжатие ядра постепенно лишило бы поддержки внешнюю среду, которая разрушилась бы. Возникающие в результате нагрузки на внешнюю поверхность были бы в основном касательными. Вследствие значительных различий в способности различных частей противостоять возникающим таким образом деформациям, урожайность будет происходить на линиях или в регионах наименьшего сопротивления, и последствия урожайности будут проявляться главным образом или полностью в этих местах в форме горных цепей или поясов плоскогорий и в нарушениях стратификации. Первичное разделение поверхности на участки суши и воды объясняется предполагаемой меньшей проводимостью материалов, подстилающих сушу, которые были оставлены позади при общем сближении поверхности к центру. Рассматривая их как основные и лежащие в основе

аргументации о сокращении, считается ненужным излагать различные вспомогательные положения, которые были выдвинуты для объяснения детерминации этого действия конкретными явлениями, поскольку основное положение, на котором они основаны, считается несостоятельным.

Не может быть никаких разумных сомнений в том, что масса земли состоит из охлажденной внешней оболочки, окружающей горячее ядро, и необходимым следствием этого должно быть длительное охлаждение, вероятно, сопровождающееся сокращением охлаждающих участков. Но когда мы применяем известные законы теплофизики для определения скорости этого охлаждения и его распределения по массе, спорный характер гипотезы сжатия становится очевидным.

То, что теорема Фурье при приведенных общих условиях выражает нормальный закон охлаждения, признают все математики, которые ее исследовали. Единственным основанием для разногласий должны быть значения, которые должны быть присвоены константам. Но, похоже, не существует значений, согласующихся с вероятностью, которые могли бы помочь гипотезе сокращения. Применение теоремы показывает, что на глубине ниже 200 или 300 миль охлаждение до настоящего времени было крайне незначительным.... Однако в настоящее время неизбежный вывод из этой теоремы состоит в том, что максимально возможное сжатие из-за длительного охлаждения недостаточно для объяснения явлений, приписываемых ему гипотезой сжатия.

Определение привязки к конкретным населенным пунктам представляет трудности на пути гипотезы сокращения, которые были недооценены. Предполагалось, что если бы произошло сжатие внутренних слоев, то податливость внешней коры происходила бы в местах наименьшего сопротивления. Но это могло быть правдой только при предположении, что кора могла иметь горизонтальное движение, при котором ядро не обязательно разделялось. Вертикальный разрез, проходящий через Аппалачи и идущий на запад до 100-го меридиана, показывает поверхность, сильно нарушенную примерно на двести пятьдесят миль и сравнительно нетронутую более чем на тысячу. Никто не стал бы всерьез утверждать, что сокращение ядра было ограничено участками, лежащими под нарушенными областями: все же, если сокращение было общим, должно было произойти значительное скольжение какой-то части ненарушенного сегмента по ядру. Такое предположение было бы очень трудно отстоять, даже если бы были приняты во внимание предпосылки. Создается впечатление, что трение и адгезия коры к ядру были упущены из виду. И это не могло быть маленьким, даже несмотря на то, что кора покоилась на жидкой лаве. Попытки, которые недавно предприняли некоторые выдающиеся геологи объяснить рифление поверхности этим методом, ясно показывают пренебрежение с их стороны тщательным анализом системы сил, которые могло бы вызвать сжатие ядра в земной коре. Их обсуждения носили аргументированный, а не аналитический характер. Последний метод исследования выявил бы у них определенные трудности, несовместимые с их знанием фактов. Принимая аргументативный подход и в соответствии с их точкой зрения, рассматривающей внешность как оболочку, недостаточно сплоченную, чтобы поддерживать себя, когда ее поддержка ощутимо ослаблена, тенденция образования складок в основном вдоль определенных поясов с сериями параллельных складок не объясняется предположением, что эти места являются областями слабости. Ибо сжатие ядра привело бы каждую элементарную часть земной коры в состояние деформации под действием сил во всех направлениях в пределах ее собственной касательной плоскости. Рельеф, вызванный

горизонтальным смещением в одном направлении, ни в коем случае не был бы общим рельефом”.

Критические замечания Даттона лишили существующую гипотезу образования гор ее традиционной основы, не обеспечив нового фундамента. Она опередила свое время на четверть века, редко цитировалась и, по-видимому, оказала лишь небольшое непосредственное влияние на формирование последующей мысли. Это, однако, придало направление взглядам Даттона, и его более поздние статьи оказали далеко идущее влияние.

Если сжатие от внешнего охлаждения не является причиной сжимающих усилий, необходимо искать другую причину. Два года спустя, в 1876 году, Даттон попытался дать ответ на этот открытый вопрос.^[91] В журнале дан обзор этой статьи, очевидно, Дж. Д. Даны. Следующие объяснения теории Даттона и комментарии Даны к ней содержатся в нескольких абзацах из этого обзора (12, 142, 1876).

“Капитан Даттон представляет в этой статье взгляды, изложенные в его статье в томе viii этого журнала, с более полными иллюстрациями и добавляет пояснения к своей теории происхождения гор. Обсуждение должно быть прочитано всеми, кто желает прийти к правильным выводам, поскольку в нем представлено множество аргументов из физических соображений против теории сжатия или теории поднятия и складывания пластов под действием бокового давления. Предстоит многому научиться, прежде чем любая теория горообразования получит достаточное основание в наблюдаемых фактах, чтобы требовать полного доверия, и капитан Даттон заслуживает благодарности геологов за помощь, которую он оказал им в достижении правильных выводов. Его рассуждения не свободны от неправильного понимания геологических фактов, и если они не будут окончательно приняты, то только по этой причине.

Здесь мы приводим в краткой форме и почти его собственными словами основные положения его теории создания гор, изложенные в более поздней части его мемуаров.

Принимая предположение о том, что под земной корой существует пластическое состояние горных пород и что метаморфизм является ‘гидротермальным процессом’, и полагая, что ‘проникновение воды на большие глубины [в земной коре] является хорошо обоснованной теорией’, он говорит, что большое давление и температура, приближающаяся к красной, являются существенными условиями метаморфизма.... ‘Самая тяжелая часть погрузилась бы в более легкую коллоидную массу под ней, выдавая ее сбоку под более легкими частями, где из-за своей меньшей плотности она имеет тенденцию накапливаться’. Он добавляет: “Результирующие движения будут определяться, во-первых, величиной разницы в плотностях верхних и нижних масс и, во-вторых, неравенством в толщине слоев: теперь силы становятся адекватными для строительства гор и складчатости слоев, и способы их действия согласуются с классами фактов, уже изложенных в качестве сопутствующих этим особенностям”.

Затем представления применяются к системе пликаций. “Было указано, что пликации возникают там, где пласты быстро накапливались в большом объеме и в виде вытянутых узких поясов; что оси пликаций параллельны осям максимального отложения; и что движения непосредственно следовали заотложением’ — примером является случай Аппалачей, где скопления составляли в среднем 40 000 футов. Он отмечает: “Везде, где нагрузка отложений становится наибольшей, они погружаются глубже, выталкивая находящуюся под ними

коллоидную магму в прилегающие области, которые имеют меньший вес, образуя одновременно как синклинали, так и антиклинали".

Что касается этой новой теории, мы могли бы обоснованно усомниться в существовании коллоидной магмы — условия, фундаментального для теории, — и в его доказательствах того, что вода проникает в земную кору на большие глубины, достаточные для образования водных пород. Мы могли бы запросить доказательства того, что породы под меловым и третичным периодами и другими нижележащими слоями Уинта были в таком коллоидном состоянии, и это так близко к поверхности, что "слои проседали под действием своего общего веса так же быстро, как и росли".

Опять же, он говорит, что движение горообразования 'немедленно последовало за отложением'. "Немедленно" звучит быстро для того, кто ценит медлительность геологических изменений. Каменноугольный период был очень долгим; и где-то в этой части геологического времени, либо до того, как этот период полностью закончился, либо через некоторое время после его завершения, началась эпоха катастроф".

В этой статье мы видим предвосхищение теории изостазии, или состояния вертикального равновесия в земной коре, которую Даттон опубликовал в 1889 году. Эта теория принесла замечательные плоды, но Даттон попытался связать с ней силы горизонтального сжатия, которые привели к складыванию и опрокидыванию. Уиллис в 1907 году^[92] и Хейфорд в 1911 году, игнорируя возражения Даны, попытались сделать боковое изостатическое подводное течение причиной всех горизонтальных движений в земной коре, приняв механизм Даттона. Настоящий автор, хотя и принимает принцип изостазии как объяснение широких вертикальных перемещений, опубликовал статьи, которые демонстрируют неадекватность этой гипотезы бокового давления; неадекватную во временном отношении, по величине и выражению.^[93]

В 1903 году несколько физиков определили, что материалы земной коры радиоактивны и должны выделять в течение геологического времени количество тепла, которое, возможно, равно тому, которое теряется при излучении в космос. К 1907 году это стало очевидным. Был сделан замечательный вывод о том, что земля, хотя и теряет тепло, не является остывающим шаром. Таким образом, утверждения Даттона против роста гор за счет внешнего охлаждения и сжатия были неожиданно продемонстрированы с помощью совершенно новой отрасли знаний как истинные.

Тем не менее, все изучающие горообразование согласны с тем, что силы глубокого сжатия были главными факторами в развитии горных структур. Чемберлин был первым, кто пришел к идее, что сжатие может происходить в более глубоких частях земли под действием огромного давления, очевидно, вызывая медленную рекомбинацию вещества в более плотные формы.^[94]

Новая эра в интерпретации горных структур.

Тем временем, между 1874 и 1904 годами, в Европе произошел еще один прогресс в знаниях о горных структурах. Зюсс изучал распределение горных дуг по земле и подробно остановился на преобладании надвигающихся структур; задняя часть территории выдвигается к передней части и над ней, подъем горной дуги или геантиклинали приводит к снижению глубины передней части или геосинклинали. Бертран и Люжон с 1884 по 1900 год переосмысливали альпийские структуры на этой основе. Они показали, что вся горная система была опрокинута с

юга до почти невероятной степени. Огромная денудация позже расчленила северные окраинные участки и привела к возникновению “горбез корней” — изолированных останцев, состоящих из перевернутых масс слоев, которые скопились в виде отложений далеко на юге, в другой части древней геосинклинали.

В меньшем масштабе аналогичные явления наблюдаются в Аппалачах. Уиллис показал, что глубокое опускание центра геосинклинали дало начальный провал, который определил положение податливости при сжатии. Лабораторные эксперименты выявили слабость стратиграфической структуры, способной противостоять горизонтальному сжатию. Было показано, что природа стратиграфического ряда определяет, будет ли выход в результате затирания, грамотной складчатости или разрушения и надвига. Таким образом, проблема горных сооружений была перенесена в область механики. Эти результаты были опубликованы в трех источниках в 1893 году — в Трудах Американского института горных инженеров, в тринадцатом ежегодном отчете Геологической службы США и в Журнале (46, 257, 1893).

Наконец, следует отметить вклад геологической школы озера Верхнее, в которой работы Ван Хайза занимают выдающееся место. Под воздействием экономического стимула, вызванного открытием и разработкой чрезвычайно богатых залежей железной руды, скрытых под плейстоценовыми отложениями и вовлеченных в сложные структуры исчезнувших горных систем древнего времени, структурная геология и метаморфизм стали точными науками, на которые можно опираться в поисках минеральных богатств и которые также приносят большую отдачу в виде более полного знания ранних периодов истории Земли.

Движения коры, выявленные с помощью физиографии.

В течение последней четверти девятнадцатого века формировался и рос другой раздел геологии, преимущественно американский, — наука о формах суши, физиография. История этого развития рассматривается Грегори в предыдущей главе, но некоторые из ее положений в теории, поскольку они затрагивают тему происхождения гор, обязательно приводятся здесь.

Пауэлл, Даттон и Гилберт в своих исследованиях Запада видели колоссальную работу по денудации, которая снова и снова доводилась до завершения в течение геологического времени. Следовательно, горный рельеф может быть намного моложе, чем складчатость скал, и может быть в значительной степени или даже полностью обусловлен повторяющимся движением плато - доктриной, к которой Дана пришел ранее. Но появление идеи пенеплена открыло новое поле для исследований природы и даты движений земной коры. С помощью этого метода Дэвис начал изучать более поздние главы истории Аппалачей, самая важная ранняя статья была опубликована в 1891 году.^[95] С тех пор Дэвис, Уиллис и многие другие обнаружили, что большая часть горного рельефа, опоясывающего мир, образована вертикальными подъемными силами, действующими над областями предыдущей складчатости и надвига. Кроме того, обширные плато с развернутыми породами были полностью подняты на одну-две мили или более над их более ранним уровнем. Они могут представлять собой широкие геантиклинальные дуги или ограничиваться стенками глубоких трещин.

Линейные горные системы, образованные глубокими впадинами отложений, впоследствии были признаны всего лишь одним из нескольких классов гор. Этот класс, из-за его четкого развития в Аппалачах и того факта, что многие законы строения гор, относящиеся к нему, были впервые разработаны там, был назван Пауэллом аппалачским типом (12, 414, 1876). Им была

предложена классификация горных систем, в которой горы подразделяются на две основные группы: те, которые состоят из измененных или неизмененных осадочных пластов, и те, которые полностью или частично состоят из экстравазированного материала. Первый класс он подразделяет на шесть подклассов, один из которых иллюстрируют складчатые Аппалачи. Автору кажется, что классификация Пауэлла придает непропорционально большое значение определенным типам, которые он описал; но, тем не менее, тот факт, что такая классификация была сделана, указывает на рост более полных знаний о горах — их происхождении, структуре и истории.

Связь движений земной коры с плотностью и равновесием.

Недавнее важное событие в области геофизики и основных движений земной коры заключается во включении в геологию доктрины изостазии. Доказательства были получены в середине девятнадцатого века геодезической службой Индии, которая указала, что Гималаи не оказывали того гравитационного влияния, которого требовал их объем. Было ясно, что кора под этой горной системой была менее плотной, чем под равнинами Индии, и еще менее плотной, чем кора под Индийским океаном. Это соотношение между плотностью и высотой указывает на некоторый подход к флотационному равновесию в земной коре, сопоставимый по своей природе, хотя и не по тонкости регулирования, с высотой поверхности айсберга над уровнем океана из-за его глубины и плотности, меньшей, чем у окружающей среды. Однако эта важная геологическая концепция сохранялась в рамках астрономии и геодезии до тех пор, пока Даттон в 1876 году, но особенно в 1889 году, не привнес ее в геологическую область. Тест на изостазию был проведен для Соединенных Штатов Патнэмом и Гилбертом в 1895 году, и с тех пор гораздо более тщательные исследования были проведены Хейфордом и Боуи. Эти исследования демонстрируют важность и реальность широких деформирующих сил, действующих вертикально и связанных с региональными вариациями плотности в земной коре.

Следовательно, существуют два основных и не связанных между собой класса сил, участвующих в создании горных сооружений, — непреодолимые горизонтальные сжимающие силы, возникающие, по-видимому, из-за конденсации глубоко внутри земли, и вертикальные силы, возникающие во внешних оболочках и стремящиеся к гидростатическому равновесию. В этой последней области исследований Америка, начиная с первоначальной статьи Даттона, взяла на себя ведущую роль.

Заключение о вкладе Америки в теории орогении.

Науки возникли в Европе, но те, которые касались земли, были все еще в зачаточном состоянии, когда их перенесли в Америку. Первые всеобъемлющие идеи о природе горных структур возникли в Великобритании и Франции. Эти идеи послужили руководством и стимулом для наблюдений при распознавании деформаций в слоях Аппалачской системы. Однако с 1840 года Америка перестала быть ученицей в этой области исследований, но присоединилась на равных к двум старшим странам. Выдвигались новые идеи, приводились новые и поразительные иллюстрации, сначала учеными одной страны, затем учеными другой. Совокупная масса знаний росла как общее достояние. Тем не менее, обзор прогресса с 1840 года, измеряемого вкладом новых идей, показывает, что в целом Америка, по крайней мере, равна своим интеллектуальным соперникам, а в определенные периоды даже лидирует. Это верно как для науки геологии в целом, так и для подразделения горообразования.

До сих пор не было никаких упоминаний о немецких геологах, за исключением австрийца Зюссса. Немецкая геология обширна, и можно было бы привести имена многих известных геологов. Но в этой статье мы попытались проследить происхождение и развитие фундаментальных идей. The Немцы были прилежными наблюдателями за деталями; выдающиеся систематизаторы и классификаторы, редко составители. Даже петрология, которую можно рассматривать как их особую область, была перенесена из Великобритании. В науке о горах они следовали своим фундаментальным идеям, особенно французским.

Обращаясь к средствам публикации, с помощью которых был зафиксирован этот прогресс знаний о земных структурах, Американский научный журнал стоит на первом месте как единственный непрерывный отчет за целое столетие в американской литературе, выполняя для этой страны то, что Ежеквартальный журнал Геологического общества сделал для Великобритании с 1845 года, а Бюллетень Геологического общества для Франции с 1830 года.

Примечания.

78. Х. Д. Роджерс, Геология Нью-Джерси, Окончательный отчет, стр. 115, 1840.

79. Х. Д. Роджерс, Геология Пенсильвании, том 2, стр. II, стр. 761, 762, 1858.

80. Коннектикутская академия искусств и наук, 1810; цитируется Г. П. Мерриллом в "Вкладах в историю геологии Северной Америки", Энн Смитсоновский институт за 1904 год, стр. 216.

81. Очерк геологии, минералогии и пейзажей регионов, прилегающих к реке Коннектикут; с геологической картой и рисунками органических остатков; и редкими ботаническими заметками, журнал, 6, 1-86, 201-236, 1823; 7, 1-30, 1824.

82. Кларенс Кинг, геолог США. Исследование Сороковой параллели, том 1, стр. 16, 44-48, 1878.

83. Иллюстрации хаттоновской теории Земли, стр. 219-238, 1802.

84. Роберт Джеймсон, "Элементы геогнозии", стр. 55-57, 1808.

85. Г. П. Меррилл, Вклад в историю американской геологии. Отчет Национального музея США за 1904 год, стр. 328.

86. Х. Д. Роджерс, Геология Пенсильвании, том 2, стр. 916, 1858.

87. Джеймс Холл, Естественная история Нью-Йорка, Палеонтология, том 3, стр. 51-73, 1859.

88. Дневник, 5, 423-443, 474, 475; 6, 6-14, 104-115, 161-172, 304, 381, 382, 1873.

89. К. Р. Ван Хайз, Принципы североамериканской докембрийской геологии, Геология США. Обзор, 16-я энн. Отчет, часть I, стр. 607-612, 1896.

90. У. Н. Райс, Об использовании слов синклиний и антиклиний, Наука, 23, 286, 287, 1906.

91. К. Э. Даттон, Критические замечания по теориям физической эволюции Земли, Ежемесячник Пенсильванского университета, май и июнь 1876г.

92. Б. Уиллис, Исследования в Китае, том 2, 1907.

93. Джозеф Баррелл, Наука, 39, 259, 260, 1909; Журнал. Геол., 22, 672-683, 1914.

94. Т. К. Чемберлин, Геология, том 1, стр. 541, 542, 1904.

95. У. М. Дэвис, Геологические даты происхождения определенных топографических форм на атлантическом склоне Соединенных Штатов, Geol. Soc. Am. Bull., 2, 541-542, 545-586, 1891.

V СТОЛЕТИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ДЖОРДЖ ОТИС СМИТ

Директор геологической службы Соединенных Штатов

Даже Федеральное бюро следует рассматривать как продукт эволюции: прошлое Геологической службы Соединенных Штатов произошло намного раньше 3 марта 1879 года. Масштаб усилий, отточенность методов и особенно персонал недавно созданной службы того времени были в значительной степени унаследованы от организаций-первопроходцев. Таким образом, обзор результатов исследований, проведенных в стране под эгидой правительства, становится не просто признанием нынешним поколением геологов заслуг тех, кто проложил путь; он показывает последовательность и прогресс в вкладе геологической науки в промышленность.

Более ранние этапы промышленной эволюции, упомянутые Гессом^[96] — эксплуатация, развитие и зрелость — определяют несколько схожее прогрессивное развитие геологических исследований, так что географические исследования и геологическая разведка самого широкого типа являются обычным вкладом точной науки всякий раз, когда и где бы страна ни находилась в состоянии эксплуатации и начального освоения своих минеральных и сельскохозяйственных ресурсов. Усовершенствования в виде детальных обследований и количественных исследований относятся скорее к следующему этапу интенсивного использования, или, по сути, они являются необходимым предварительным этапом для полноценного использования. Таким образом, сожаления о том, что результаты сегодняшней работы были недоступны пятьдесят лет назад, в значительной степени напрасны: отцы, возможно, не были лишены видения; они просто выполняли работу так, как требовалось их времени и поколению.

Двадцать лет назад С. Ф. Эммонс в президентском обращении к Геологическому обществу Вашингтона разделил историю правительственных изысканий в этой стране на два периода, разделенных в общих чертах Гражданской войной. Первый из них был периодом географических исследований, второй - периодом геологических. Мистер Эммонс, конечно, считал это разделение не слишком жестким, но его разграничительная линия кажется логичной, поскольку не только военные действия на Востоке неизбежно приостановили исследования на Западе, но и после войны национальные, политические и экономические соображения естественным образом привели к потребности в более точном знании обширных

национальных владений на Западе. География и геология настолько тесно связаны, что проводимое мистером Эммонсом различие двух периодов полезно только с учетом ограничений, логически установленных им самим, а именно: в то время как геологические исследования включались в большинство исследований более раннего периода, геолог рассматривался лишь как вспомогательный элемент в этих исследовательских экспедициях; с другой стороны, в более поздних исследованиях топографические работы были развиты, потому что это было важно для геологических исследований.

1818 год был знаменательным в американской геологии, прежде всего появлением Американского научного журнала, который сам по себе является настолько совершенным проводником геологической мысли, что, как хорошо заметил доктор Г. П. Меррилл, “только ознакомление с номерами с даты выпуска до настоящего времени даст четкое представление о постепенном прогрессе американской геологии”. Начало публикациям по геологии Новой Англии было положено в том же году в первой статье Эдварда Хичкока о долине Коннектикута (1, 105, 1818) и подробном геологическом и минералогическом описании Бостона и окрестностей Дана (S. L. и J. F.); а “Индекс” Амоса Итона (отмечен в этом журнале, 1, 69) был первым из того длинного списка заметных вкладов в американскую стратиграфию, которые следует приписать нью-йоркским геологам.

В рамках настоящего обсуждения 1918 год также можно рассматривать как столетие государственных геологических исследований, поскольку именно в 1818 году Генри Р. Скулкрафт начал свою поездку в долину Миссисипи — возможно, первую геологическую разведку на Западе, — и именно его работа в ведущем регионе сделала его членом экспедиции Касса, отправленной военным министром в 1820 году для изучения металлических богатств региона озера Верхнее. Более ранние правительственные исследования Льюиса и Кларка в 1803-7 годах и Пайка в 1805-7 годах были настолько исключительно географическими, что геологические работы под эгидой Федерального правительства следует рассматривать как начавшиеся со Скулкрафта и Эдвина Джеймса, геолога экспедиции майора Лонга в 1819-20 годах в Скалистые горы. Оба этих наблюдателя опубликовали отчеты, которые являются ценным вкладом в изучение малоизвестных регионов.

Любое описание геологических работ федерального правительства, не включающее ссылок на исследования штата, было бы неадекватным, поскольку как по дате выполнения, так и по стадии разработки приоритет должен отдаваться работе геологов штата. В книге Меррилла "Вклад в историю американской геологии",^[97] скромное название которой даже не позволяет предположить, что эта работа не только предоставляет наиболее полезную хронологическую информацию о прогрессе науки на американском континенте, но на самом деле представляет собой целый тезаурус происшествий, затрагивающих личную сторону геологии, автор своим разделением предмета показывает, что четыре десятилетия эпохи государственных обследований прошли до начала Второй мировой войны. началась эра национальных опросов.

Таким образом, геологические исследования некоторых Восточных штатов на несколько десятилетий опережают любую федеральную организацию сопоставимого геологического масштаба, и в исследованиях, направленных на решение местных утилитарных проблем, эти геологи-первопроходцы, работающие в более старых заселенных штатах Востока, фактически уже проводили работу, столь же подробную по типу, как и большая часть работ, предпринятых федеральными геологами более позднего периода. Даже сегодня в общих чертах верно, что

государственный геолог может и должен решать многие из своих местных проблем с помощью интенсивных методов и детализации результатов, которые непрактичны или нежелательны для более крупных межгосударственных исследований или для исследований на новой территории. Всю эту взаимосвязь государственной и федеральной работы следует рассматривать как нормальное эволюционное развитие геологической науки в Америке.

Тот, кто прочтет имена федеральных геологов первых дней, начиная с Джексона и Оуэна и заканчивая такими лидерами федеральной работы, как Гилберт, Чемберлин, Кинг, Р. Д. Ирвинг, Пампелли, Ван Хайз и Уолкотт, может заметить, что все они были связаны в своей более ранней работе с геологоразведочными работами штата. Это отношение не было односторонним, поскольку среди геологов штата Уитни, Блейк, Мазер, Ньюберри, Дж. Г. Норвуд, Пердью, Бэйн, Грегори, Эшли, Кирк, У. Х. Эммонс, ДеВолф, Мэтьюз, Браун, Лэндс, Мур и Крайдер частично или полностью прошли полевую подготовку в качестве участников федеральных изысканий. Более того, в соответствии с нынешним планом эффективного сотрудничества нескольких государственных геологоразведочных служб с Геологической службой США часто бывает трудно провести различие между ними как по персоналу, так и по результатам, поскольку случается даже, что публикующая организация, возможно, не была основным автором. Полная история американской геологии, прошлая и настоящая, не может быть изложена только с точки зрения федеральной поддержки.

Таким образом, три десятилетия, предшествовавшие Гражданской войне, составляют эпоху государственных изысканий, хорошо описанную Мерриллом как сначала характеризующуюся заразительным энтузиазмом при начале геологических работ, позже более нормальными условиями, при которых каждый доступный геолог, кажется, спокойно работал, и, наконец, возобновлением активности по созданию новых организаций. Конечным результатом стало то, что Луизиана и Орегон, по-видимому, были единственными штатами, в которых не было хотя бы одной геологической службы.



J. V. Hayden

Из “Вклада в историю американской геологии” Джорджа П. Меррилла.

Первые конкретные ассигнования федерального правительства на геологические исследования, по-видимому, были выделены в 1834 году, когда дополнительные ассигнования на обследование дорог и каналов Военного министерства, утвержденные в 1824 году, содержали пункт “из этой суммы пять тысяч долларов должны быть выделены и использованы на геологические и минералогические изыскания”. В июле 1834 года г-н Г. У. Физерстонхоф был назначен геологом Соединенных Штатов и работал под началом полковника Аберта, инженера-топографа США, для “личной проверки минерального и геологического характера” общественных земель горного региона Озарк. Упуская из виду случайный факт, что этот англичанин — человек научных достижений и большого интереса к общественным делам — так и не был натурализован,^[98] к чести этого первого из геологов Соединенных Штатов следует отнести то, что в течение семи месяцев он завершил свою полевую работу и вернулся в Вашингтон, а 17 февраля 1835 года его отчет был передан Конгрессу. Двумя годами ранее Физерстонхоф увековечил память Конгресса за помощь в подготовке геологической карты всей территории Соединенных Штатов, и в связи с этим проектом он предложил включить геологию как вспомогательное средство военной инженерии в учебную программу Вест-Пойнта. Этот первый геолог Соединенных Штатов также, по-видимому, сочетал понимание практической ценности “минеральных богатств нашей страны, их качества, количества и возможностей их добычи” с интересом к более научной стороне геологии, хотя его гипотезы, касающиеся как экономической геологии, так и стратиграфической и структурной геологии, не получили одобрения у всех более поздних исследователей в тех же регионах. Однако во всех этих отношениях Featherstonhaugh может служить довольно хорошим прототипом. Интерес представляет его вклад в международные дела, последовавший за его научной службой Соединенным Штатам; он служил одним из уполномоченных Ее Величества при урегулировании канадско-американского пограничного вопроса в 1839-40 годах и обследовал спорную территорию, а после урегулирования этого спора он был назначен британским консулом в департаменте Сена, Франция, где в 1848 году он лично организовал побег Луи Филиппа из Гавра.

Начатые таким образом федеральные геологические работы вскоре были продолжены в виде исследований более широкого масштаба и более тщательного выполнения. Позиция правительства как собственника земель с полезными ископаемыми в долине Верхней Миссисипи привела к их изучению. Эти государственные земли, содержащие свинец, были защищены от продажи в аренду с 1807 года, хотя никаких договоров аренды не выдавалось до 1822 года. Масштабы незаконного въезда и, как следствие, отказ плавильных заводов и шахтеров выплачивать роялти после 1834 года привлекли к этому вопросу внимание Конгресса, и в 1839 году президенту Ван Бюрену было предложено представить Конгрессу план продажи государственных земель с полезными ископаемыми. При проведении этой политики для проведения необходимого обследования был выбран доктор Дэвид Дейл Оуэн.

Оуэн работал помощником в Государственной геодезической службе Теннесси и первым государственным геологом Индианы, и он быстро и эффективно организовал новую работу. Несмотря на то, что он страдал от недостатка, к сожалению, известного геологам наших дней, — получения в конце сезона (17 августа 1839 г.) полномочий на начало работ, — ровно через месяц он организовал свои силы из 139 помощников в 24 полевых отряда,

проинструктированных по “таким элементарным принципам геологии, которые были необходимы для выполнения возложенных на них обязанностей”. Его план кампании предусматривал движение на север с заранее определенной скоростью для каждой партии с периодическими отчетами самому себе на назначенных станциях, “чтобы получить какие отчеты и лично осмотреть местность”, он пересек исследуемый район одиннадцать раз. времена. Результатом такого мастерского руководства стало завершение исследования всех земель, указанных в его приказах, за два месяца и шесть дней, и его отчет об этой огромной территории — около 11 000 квадратных миль - датирован 2 апреля 1840 года.

Восемь лет спустя доктор Оуэн обследовал еще большую территорию, продолжив свои исследования к северу от озера Верхнее. И снова его отчет был быстро опубликован, и он продолжал в течение нескольких лет свое исследование Северо-Западной территории, представив свой окончательный отчет в 1851 году. Интересно отметить, что в своем более раннем отчете доктор Оуэн назвал себя “Главным агентом по исследованию минеральных земель Соединенных Штатов”, но в более позднем отчете он был “Геологом США из Висконсина”. Эти два исследования вместе охватили 57 000 квадратных миль.

В тот же период аналогичные исследования проводились в северном Мичигане доктором Чарльзом Т. Джексоном, 1847-48, и Фостером и Уитни, 1849-51. Эти изыскания также были ускорены “медной лихорадкой” 1844-46 годов, сопровождавшейся массовой выдачей разрешений и договоров аренды, Конгрессом в 1847 году, разрешившим продажу земель с полезными ископаемыми и геологическую съемку района озера Верхнее. Проведение этих съемок под руководством Джексона, Фостера и Уитни и оперативная публикация в 1851 году карт всего региона существенно помогли наладить добычу меди на более консервативной основе. и развитие региона озера Верхнее было быстрым.^[99]

Эти топографические съемки с их определенной целью представляют собой лучшую геологическую работу того времени. План требовал тщательной полевой работы со значительной детализацией и оперативной публикации систематических отчетов, и в проработку результатов внесли свой вклад такие специалисты, как Джеймс Холл и Джозеф Лейди, в то время как Ф. Б. Мик был помощником Оуэна. Стоит отметить, что если бы доктор Хоутон, государственный геолог Мичигана, не безвременно скончался в 1847 году, эффективное сотрудничество Государственной службы с федеральными чиновниками позволило бы объединить геологические исследования с проведением линейных съемок.^[100]

К тому же периоду геологических исследований относится служба Дж. Д. Даны в качестве геолога Соединенных Штатов в исследовательской экспедиции Уилкса, катастрофа, которая вынудила его вернуться с Тихоокеанского побережья по суше и привела к его геологическим наблюдениям в Орегоне и северной Калифорнии.

Военные экспедиции 1850-60-х годов и более ранние экспедиции Фремонта дополнили географические знания о Западной стране, а также внесли вклад в геологическую науку, в основном благодаря коллекциям горных пород и окаменелостей, о которых обычно сообщают специалисты того времени. Таким образом, имена Холла, Конрада, Хичкока и Мика фигурируют в опубликованных отчетах об этих исследованиях, в то время как Марку, Блейк, Ньюберри, Гиббс, Эванс, Хейден, Пэрри, Шумард, Шиль, Антиселл и Энгельманн были геологами, участвовавшими в полевых экспедициях. В 1852 году геологические исследования, по-видимому, были настолько популярны, что потребовали законодательного запрета:

“Правительство не должно проводить дальнейших геологических исследований, если только это не будет разрешено законом”.

Некоторые из этих исследований имели конкретную цель: несколько из них искали практический маршрут для трансконтинентальной железной дороги; другое - новую дорогу для фургонов через Юту и Неваду; и одно под командованием полковника Поупа, с Г. Г. Шумардом в качестве геолога, было отправлено “для бурения артезианских скважин вдоль линии 32-й параллели” в Нью-Мексико. Опубликованные отчеты сильно различались по научной ценности и тщательности подготовки, в то время как публикация по крайней мере двух отчетов была отложена надолго после войны, а рукопись другого была утеряна. Отчет об экспедиции майора Эмори содержал цветную геологическую карту западной половины страны, первую публикацию, поскольку карта, подготовленная Марку, простиралась только до 106-го меридиана.

Таким образом, в первый период правительственных изысканий, охватывающий около сорока лет, великий Запад с его богатыми общественными землями был хорошо изучен исследовательскими исследованиями, которые, однако, дали лишь общие очертания для понимания стратиграфии и структуры гор и долин, равнин и плато. В еще меньшей степени были реализованы экономические возможности обширной территории к западу от Миссисипи. Президент Джефферсон, планируя экспедицию Льюиса и Кларка, заявил о своем особом интересе к минеральным ресурсам региона, который предстоит исследовать. Почти сорок лет спустя доктор Оуэн был сильно впечатлен коммерческими перспективами региона, который он обследовал. Его отчеты содержат анализ руд и статистику производства; он сравнил добычу свинца в Висконсине, Айове и Иллинойсе с Европой и предсказал ценность месторождений железа, меди и цинка в этом районе; он обрисовал размеры угольных месторождений Иллинойса; и он уделил равное внимание сельскохозяйственным возможностям региона. Действительно, общие выводы Оуэна были настолько оптимистичны, что он ссылаясь на свои отдельные городские планы с их подробными описаниями в качестве основы для своих оптимистичных суждений, понимая, что “исследователь склонен становиться особым защитником”. С одинаковой широтой взглядов и тщательностью выполнения изыскания Фостера и Уитни заложили основу для освоения запасов меди и железа в районе озера Верхнее, и хотя эти районы были в основном дикими и не приспособлены для быстрого прохождения или легкого наблюдения, отчеты об их исследованиях, тем не менее, наиболее выгодно отличаются от вкладов геологов, работающих в более гостеприимных регионах старых штатов.

Период, последовавший за Гражданской войной, естественно, стал периодом национальной экспансии, лица многих были обращены на запад, и изучение национальных владений с точки зрения их промышленных возможностей вызвало новый интерес. Искатели убежища и шахтеры в значительной степени составляли эту армию мирного вторжения, и завоевание Запада началось в масштабах, совершенно отличных от тех, что были во времена военных поисковых экспедиций Фремонта и других армейских офицеров. Таким образом, нация была привлечена к задаче исследования своих государственных земель, и Конгресс оказал поддержку, необходимую для того, чтобы сделать возможными геологические исследования в больших масштабах.

Геологические исследования высокого уровня продолжались в старых Штатах, о чем свидетельствует вклад в этот период Дж. П. Лесли и Г. Х. Кука на Востоке, У. К. Керра, Э. В. Хилгарда и Э. А. Смита на Юге и Дж. С. Ньюберри, К. А. Уайта, Рафаэля Пампелли, Т. К. Чемберлина, Александра Уинчелла и Т. Б. Брукса в Центральных Штатах. На севере Канадское исследование, организованное в 1841 году под руководством Логана, продолжалось под тем же твердым руководством до 1869 года, когда директором стал опытный и талантливый доктор Селвин. В отличие от короткой карьеры большинства государственных геологоразведочных служб и временного характера всех федеральных мероприятий в области геологических исследований, продолжение работы Канадской геологической службы более полувека под руководством двух директоров дало возможность продолжать усилия по ознакомлению населения Доминиона с его ресурсами и в то же время внести большой вклад в мировую чистую науку.

Ограничившись простым упоминанием двух правительственных экспедиций в Блэк-Хиллз, которые предоставили возможность для геологоразведочных работ Н. Х. Уинчеллу в 1874 году и Дженни и Ньютону в 1875 году, отчет о геологических работах под эгидой правительства в период, последовавший сразу за Гражданской войной, группируется вокруг имен четырех лидеров — Хейдена, Кинга, Пауэлла и Уилера. Четыре организации, обычно известные под именами этих четырех искусных организаторов, более или менее непрерывно работали на западном поприще с 1867 по 1878 год, и общая сумма их вклада в географию и геологию была действительно велика. По словам Кларенса Кинга,^[101] “Таким образом, тысяча восемьсот шестьдесят седьмой год знаменует в истории национальной геологической работы поворотный момент, когда наука перестала барахтаться в пыли быстрых поисков и заняла главенствующее положение в профессиональной деятельности страны”. Вместе эти четыре экспедиции охватили полмиллиона квадратных миль, или более трети площади Соединенных Штатов к западу от сотого меридиана, и стоимость всей этой работы составила примерно два миллиона долларов, что было небольшой частью ее ценности для нации, если учитывать только импульс, приданный заселению и использованию.

Если смотреть с расстояния почти в полвека, эти четыре исследования сильно различались по плану организации, масштабу целей и успешности выполнения, так что сравнение не имело бы большой ценности, за исключением того, что, возможно, имело отношение к работе более крупной организации, которая последовала за ними и стала наследницей не только многого, чего достигли эти первые исследования, но и великой задачи, не выполненной ими. Итак, если в первые дни существования нынешней Геологической службы Соединенных Штатов, возможно, существовала определенная пристрастность в отслеживании производных признаков в новой организации, то даже сейчас стоит признать реальное происхождение многого из того, что приписывают современному развитию.

Доктор Ф. В. Хейден был первым из этих руководителей изысканий, кто занялся геологоразведкой. Он посетил Бесплодные земли еще в 1853 году, и его связь с последующими экспедициями была прервана только его службой хирургом в Федеральной армии во время войны. Однако в 1867 году Хейден возобновил свою геологическую работу в качестве геолога Соединенных Штатов в Небраске, действуя под руководством комиссара Главного земельного управления. В последующие одиннадцать лет деятельность Hayden Survey — “Геологической и географической службы территорий” — распространилась на Вайоминг, Колорадо, Нью-Мексико, Монтану и Айдахо, охватив площадными съемками 107 000 квадратных миль. Это

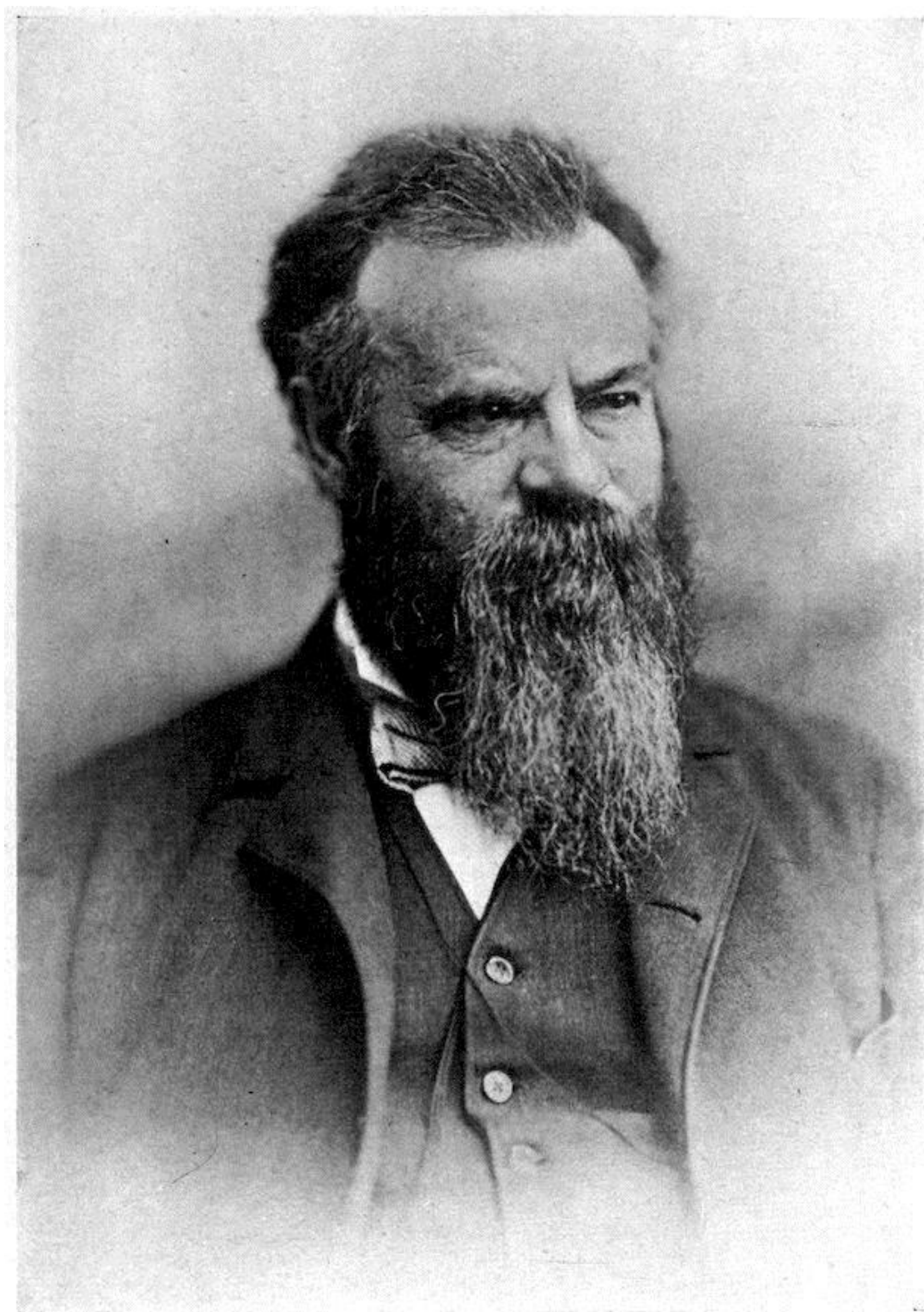
исследование, как и следовало ожидать, исходя из многолетнего опыта его руководителя, внесло большой вклад в стратиграфию, которая включала в себя заметные палеонтологические работы Коупа, Мика и Лескери. Следующими по важности были структурные работы А. К. Пила, У. Х. Холмса, капитана К. Э. Даттона и самого доктора Хейдена, и влияние этих экспедиций на популяризацию геологии не следует упускать из виду. Экспедиция 1871 года в район гейзеров в верхней части Йеллоустоуна привела к созданию первого из национальных парков. У. Х. Холмс начал свой художественный вклад в геологию в 1872 году с этого исследования.

Топографическое картографирование было добавлено к геологическим исследованиям, Джеймс Т. Гарднер и А. Д. Уилсон присоединились к исследованию Хейдена после более ранней службы в King Survey, а Генри Ганнетт был членом группы, сначала в качестве астронома, а затем в качестве ответственного топографа. Результаты самого исследования Хейдена и более поздняя работа многих его членов показывают, что в этой организации были сильные люди.

King Survey была организацией меньшего размера, с разрешением Конгресса, определенной сферой деятельности и систематическим планом действий. Начало строительства Union Pacific положило конец периоду железнодорожных изысканий Военного министерства и предоставило возможность для геологических работ, которые были бы не просто исследовательскими: открытие новой страны сделало логичным изучение ее ресурсов. Этот факт был признан Кларенсом Кингом, который прошел тем же маршрутом в составе эмигрантского поезда со своим другом Джеймсом Т. Гарднером. Его план провести геологический разрез Кордильер с изучением ресурсов вдоль маршрута Тихоокеанских железных дорог получил поддержку Конгресса, и в 1867 году было санкционировано "Геологическое исследование Сороковой параллели" под руководством Кларенса Кинга в качестве ответственного геолога при начальнике инженерных войск армии. Полевые работы были начаты летом того же года, и интересно отметить, что мистер Кинг и его небольшая группа помощников—геологов - двое Хагов и С. Ф. Эммонс — начали с западного конца этого поперечного разреза и в этот и последующие годы расширили исследование от восточного фронта Сьерра-Невады до Шайенна, охватив полосу территории шириной около 100 миль. Этот комплексный план был реализован в ходе полевых работ, а научные и экономические результаты систематически анализировались в отчетах, появившихся в 1870-80 годах. Единственным отступлением от этого плана было исследование вулканических гор Шаста, Ренье и Худ в 1870 году, вызванное неожиданным и незапрошенным выделением средств на полевые работы, и результатом работы того лета стало открытие действующих ледников, первых известных в Соединенных Штатах.

Следует отметить, что исследование сороковой параллели внесло вклад в изучение стратиграфии Запада, поскольку пройденный регион является удивительно репрезентативным для стратиграфической колонки, к которой были добавлены палеонтологические работы Марша, Мика, Холла и Уитфилда, в то время как была предпринята попытка интерпретировать осадочную летопись в терминах палеозойской, мезозойской и третичной географии. План съемок Кинга включал широкое использование топографической карты с астрономической базой и контролем триангуляции, а также контуров, основанных на барометрических отметках. Результаты были объявлены недружелюбным критиком^[102] как "очень ценные, особенно с геологической точки зрения", но неудачные в том, что они являются предшественниками работ, в которых правительственные геологи "осмелились присвоить контроль над фундаментальными операциями топографической съемки". Компании King Survey следует приписать внедрение систематического контурного картографирования и использование контурных карт для целей

геологии. В двух других отношениях Исследование Кинга внесло значительный вклад в будущую работу правительства: можно сказать, что микроскопическая петрография в Соединенных Штатах началась с визита профессора Зиркеля в эту страну в качестве участника этого исследования в 1875 году, а отчет Дж. Д. Хейга о “Горнодобывающей промышленности” был подходящим выражением акцента, который тогда был сделан на изучении минеральных ресурсов этой недавно открытой территории, предмета исследования, который был в значительной степени истинной основой проекта Кинга, а не просто “непосредственным поводом для исследования”. Более раннее влияние на научное изучение рудных месторождений оказало исследование фон Рихтгофеном месторождения Комсток в 1865 году и его последующая работа с Уитни в Калифорнии. Инцидент с причастностью Кинга к мошенничеству с алмазами в Аризоне в 1872 году создал прецедент для государственных служащих более позднего времени; он исследовал сообщенную находку из научного интереса, но разоблачил ее со всем рвением публициста и правдолюбца. Одним словом, Исследование Сороковой параллели вызывает у нас восхищение своим блестящим планом, кропотливой работой на местах и в офисе, а также высоким качеством персонала.



Wm. L. G. Jones

Майор Дж. У. Пауэлл начал свой значительный вклад в правительственные изыскания с исследования Большого Каньона в 1869 году, признание Конгрессом его экспедиции было ограничено разрешением Военного министерства на выдачу пайков. В последующие годы были выделены небольшие ассигнования, и в 1874 году было дано полное разрешение на продолжение его изысканий в штате Юта при министре внутренних дел, после чего было принято название “Географическая и геологическая служба США в регионе Скалистых гор”. Эта организация была наименее претенциозной из четырех, действовавших в тот период — она занимала меньшую территорию, тратила меньше государственных денег и публиковала гораздо меньше, — но ее вклад в американскую геологию измеряется не милями или страницами, а идеями. Физическое окружение благоприятствовало этому исследованию, и в работах Пауэлла, Даттона и Гилберта можно увидеть зачатки физиографии героического масштаба, примером которой являются Большой Каньон и Высокие плато. Первое использование таких терминов, как “базовый уровень эрозии”, “последующий и предшествующий дренаж” и “лакколит”, ознаменовало появление новых идей в интерпретации рельефа местности и геологического строения. Смелая прогулка Пауэлла на лодке была не менее блестящей, чем его простое объяснение самого Большого Каньона.

“Географические исследования Соединенных Штатов к западу от 100-го меридиана” - так назывались исследования, проведенные под руководством лейтенанта Г. М. Уилера из Инженерного корпуса, которые начались с топографической разведки в Неваде, Юте и Аризоне, специально санкционированной Конгрессом в 1872 году. С точки зрения американской геологии это место могло бы быть более известно как Разведка Гилберта, где г-н Г. К. Гилберт проработал три 1871-73 года, более позднюю часть времени в должности главного помощника геолога. Вклад Гилберта включал его описание структуры хребта бассейна, его первый отчет о старом озере Бонневиль и его обсуждение явлений эрозии пустынной местности. Дж. Дж. Стивенсон также позже работал геологом в этой экспедиции, а А. Р. Марвин, Э. Э. Хауэлл, Э. Д. Коуп, Жюль Марку и И. К. Рассел были связаны с полевыми партиями. Собственные утверждения капитана Уилера о проделанной им Топографической съемке подчеркивали ее географическую сторону, поскольку он рассматривал полученные результаты как частичное завершение систематической топографической съемки страны.

К 1878 году, когда Сороковое параллельное исследование завершило работу, запланированную его руководителем, три из этих независимых исследований все еще боролись за федеральную поддержку и научное освоение наиболее привлекательных частей Западной страны. Безудержная конкуренция такого рода, даже на государственной службе, оказывается столь же расточительной, как и нерегулируемая конкуренция в частном бизнесе,^[103] и Конгресс обратились к Национальной академии наук с просьбой разработать план государственных исследований для “обеспечения наилучших результатов при минимально возможных затратах”. В соответствии с инструкциями Конгресса Национальная академия рассмотрела всю работу, связанную с научными исследованиями, и представила Конгрессу план, подготовленный специальным комитетом, членство в котором среди них были такие известные имена, как Марш, Дана, Роджерс, Ньюберри, Тробридж, Ньюкомб и Агассис. В этом отчете, который был принят Академией только одним голосом против, все исследования — геодезические, топографические, с разделением земель и экономические — были сгруппированы под двумя отдельными заголовками: “Исследования размеров” и “Исследования геологии”. В то время пять независимых организаций в трех разных департаментах вели съемку размеров, и Академия рекомендовала объединить все подобные работы в рамках Береговой и

геодезической съемки с новым названием "Береговая и внутренняя съемка". Для изучения природных ресурсов, находящихся в общественном достоянии, и классификации государственных земель была предложена новая организация - Геологическая служба Соединенных Штатов. Функции этих двух обследований и третьего координационного бюро в Министерстве внутренних дел, Земельного управления, были тщательно определены, а их взаимосвязи полностью признаны и предусмотрены в плане, представленном Конгрессу. Рассматриваемый в свете 39-летнего опыта, план Национальной академии был бы одобрен большинством из нас как в высшей степени практичный, и отчет является великолепным примером государственной службы, оказанной ведущими учеными Америки. Законодательство, в котором воплощался весь план, однако, не было принято Конгрессом.

Естественную активность за кулисами конфликта интересов, представленных теми, кто связан с несколькими геологоразведочными работами, можно увидеть в законодательной истории шагов, приведших к созданию Геологической службы Соединенных Штатов. На последней сессии 45-го Конгресса специальное законодательство, воплощающее рекомендации Национальной академии, было включено в законопроект о законодательных, исполнительных и судебных ассигнованиях, когда он был принят Палатой представителей, в то время как законопроект о различных гражданских ассигнованиях содержал пункт, просто вводящий в действие более длинный раздел в другом законопроекте об ассигнованиях. Пункт законопроекта о законодательных ассигнованиях предусматривал создание должности директора геологической службы, выплату ему заработной платы и определение его обязанностей, а также конкретное прекращение деятельности трех более старых организаций. Пункт в законопроекте о различных гражданских правах, который был принят Палатой представителей, предусматривал выделение 100 000 долларов на новую геологическую разведку, но когда об этом законопроекте об ассигнованиях было доложено Сенату, поправка комитета добавила слова "территорий", а дальнейшие поправки, предложенные на заседании, изменили пункт таким образом, чтобы конкретно и исключительно предусмотреть продолжение геологической разведки Хейдена. Другие поправки предусматривали небольшие ассигнования на доработку отчетов по опросам Пауэлла и Уилера, и законопроект был принят Сенатом в таком виде. Находясь в Сенате, законопроект о законодательных ассигнованиях был аналогичным образом лишен всех упоминаний о предлагаемой новой организации. Этот законопроект, однако, умер на конференции, но в последние часы сессии участники совещания по различным гражданским законопроектам взяли на себя законодательные полномочия и перенесли из мертвого законопроекта в ожидаемую меру все формулировки, которые составляют "органический акт" Геологической службы Соединенных Штатов. Это действие было осуждено в Сенате как "значительный отход от полномочий, которыми обладает комитет конференции", и далее в ходе дебатов было заявлено, что включенное положение, которое создало новый офис и прекратило существующие опросы, было одним из тех, "которые ни Комитет Сената, ни сам Сенат никогда не видели". Это утверждение, возможно, было обоснованным с парламентской точки зрения, поскольку формулировка была новой для различных гражданских законопроектов, но на самом деле Сенат всего за два дня до этого исключил тот же предложенный законопроект из находящегося на рассмотрении законопроекта о законодательных ассигнованиях. Однако участники конференции в Палате представителей — представители Аткинс от Теннесси, Хьюитт от Нью-Йорка и Хейл от штата Мэн - осознали свое тактическое преимущество, и Сенат после кратких дебатов 3 марта проголосовал за согласие с отчетом комитета конференции, тем самым отменив все свои предыдущие действия, в которых

организации друзей Хейдена и Уилера, по-видимому, получили больше голосов, чем сторонники плана Национальной академии.

Кларенс Кинг был назначен первым директором Геологической службы Соединенных Штатов 3 апреля 1879 года и приступил к организационной работе. Обладая доказанным административным талантом, Кинг быстро разрешил сомнения относительно значения термина “национальный домен” в языке, определяющем обязанности Директора, заняв сторону консерваторов и ограничив работу новой организации регионом к западу от 102-го меридиана. Этот регион был разделен на четыре геологических подразделения, и для экономии времени и денег для этих подразделений были созданы полевые штабы. Отдел Скалистых гор был передан мистеру Эммонсу в качестве ответственного геолога, Отдел Колорадо - капитану Даттону, Отдел Большого бассейна - мистеру Гилберту, а Отдел Тихого океана - Арнольду Хейгу. Разделение штата Колорадо задумывалось как чисто временное с целью завершения научной работы в рамках Исследования Пауэлла. Аналогичным образом доктору Хейдену была предоставлена возможность подготовить систематический сборник своих научных результатов. Такая организация работ и подбор ответственных геологов показали соотношение нового и старого, и один взгляд на персонал новой разведки показывает, в какой степени геологические исследования Западной части страны должны были продолжаться без перерыва. Из двадцати четырех геологов и топографов, перечисленных в первом административном отчете, четверо были связаны с компанией Powell Survey, двое - с компанией Hayden, трое - с компанией Wheeler и пятеро - с компанией King Survey.



Clarence King

Планируя начальную работу Геологической службы США, директор говорит о “наиболее важных геологических объектах” и “горнодобывающей промышленности”, об “поучительной геологической структуре” и “большой добыче слитков” в одних и тех же предложениях, так что намерение сделать геологические исследования как теоретическими, так и практическими было очевидным.

Ожидалось, что сфера деятельности этой Федеральной службы будет немедленно расширена Конгрессом на все Соединенные Штаты, но мера, предусматривающая это расширение, которая просто соответствовала бы намерениям разработчиков законодательства о создании нового бюро, была принята Палатой единолично, и только благодаря последующему изменению формулировок статей ассигнований Геологическая служба Соединенных Штатов стала национальной как по масштабам, так и по названию. Критический вопрос об эффективной координации государственных и федеральных геологических исследований был решен директором Кингом, который исправил ошибочное впечатление, “старательно распространяемое”, заявив, что его политика заключается в том, чтобы настаивать на открытии и продолжении государственных геологоразведочных работ.^[104] Это был первый шаг в сотрудничестве между государственными и федеральными исследованиями, которое в последующие годы приобрело широкомасштабный характер.

Хотя Геологическая служба распространила свою деятельность на все Соединенные Штаты, ее крупнейшая деятельность всегда была направлена на разведку и освоение новых территорий в штатах с государственными землями. Все четверо его директоров прошли полевую подготовку на Западе: имя майора Пауэлла, сменившего Кинга в 1880 году, неразрывно связано с научными исследованиями; Чарльз Д. Уолкотт, который был директором с 1894 по 1907 год, в период наибольшего расширения Исследования, внес наибольший вклад в стратиграфию и палеонтологию палеозоя Запада; а нынешний директор провел семь полевых сезонов в Северных Каскадах и один в горнодобывающем районе штата Юта. Масштабы деятельности как на Востоке, так и на Западе в том виде, в каком они развивались в течение 39 лет с момента создания нового бюро, пожалуй, лучше всего можно описать с точки зрения его нынешних функций, выраженных в организации на сегодняшний день.

Рост объема Обследования измеряется увеличением ежегодных ассигнований со 106 000 долларов в 1879–80 годах до суммы, доступной на текущий год — 1 925 520 долларов, не включая полмиллиона долларов из ассигнований Военного министерства, расходуемых на топографические работы по обследованию. Соответствующее увеличение персонала произошло с 39 человек, перечисленных в первом отчете, до 911 человек, имеющих регулярные назначения в настоящее время, распределенных между различными подразделениями следующим образом: научные сотрудники численностью 173 человека в геологическом отделении, 169 человек в отделении водных ресурсов, 71 человек в топографическом отделении и 15 человек в Совете по классификации земель, канцелярские работники численностью 168 человек распределены между теми же подразделениями, а остальные - технические и канцелярские работники издательского и административного отделов. Эти кадровые статистические данные не отражают нормальных условий, поскольку большое количество инженеров-топографов являются офицерами и, следовательно, не включены в списки гражданских лиц, в то время как, с другой стороны, классификация земель животноводческих приусадебных участков делает технические силы сектора водных ресурсов в этом году необычно большими.

Основная цель геологической разведки является геологической, независимо от того, направлена ли она властью закона на “изучение геологической структуры, минеральных ресурсов и продуктов национального достояния”, на подготовку разрешенных “отчетов по общей и экономической геологии и палеонтологии”, “геологической карты Соединенных Штатов” или “отчета о минеральных ресурсах Соединенных Штатов”, или на “продолжение исследования минеральных ресурсов Аляски” или “химические и физические исследования, относящиеся к геологии Соединенных Штатов”. Считается, что дух и цель работы Исследования во всех этих областях существенно не изменились по сравнению с работами основателей науки в Америке. Время от времени могло показаться, что прикладной геологии придается слишком большое значение в противовес чистой науке, однако в докладе Национальной академии Конгрессу акцент делается на экономических ресурсах и говорится о палеонтологии как “обязательно связанной” с общей и экономической геологией. Практическая цель геологических исследований под эгидой правительства должна быть признана администратором, будь то палеонтолог, подобный Уолкотту, философ, подобный Пауэллу, или геолог-горняк, подобный Кингу. То, что задача управления истинным курсом не является новой проблемой, видно из заявления Оуэна^[105], написанного 70 лет назад, и эти слова описывают условия государственной геологической работы даже сегодня:

Научные исследования, которые некоторым могут показаться чисто умозрительными и любопытными, необходимы как предварительные к этим практическим результатам. Дальше, чем диктует такая необходимость, они не продвигались, разве что как второстепенные и случайные, и главным образом в такие периоды, которые при обычных требованиях государственной службы можно было бы рассматривать как моменты досуга; так что вклад в науку, который таким образом случайно был сделан и которым либеральная политика запрещала пренебрегать, можно считать в какой-то мере добровольным пожертвованием, сделанным департаменту с небольшими дополнительными расходами или вообще без них.

Повышенное внимание, уделяемое минеральным ресурсам, постепенно росло. Г.-н Кинг рано организовал Подразделение горной геологии вместе с г.-ном Дж. Пампелли, Эммонс и Беккер - ответственные геологи, которым был поручен сбор статистики полезных ископаемых для Десятой переписи. Эти геологи-изыскатели и сам директор Кинг были назначены специальными агентами Бюро переписи населения, и в штате, отобранном для этой работы, фигурируют имена Т. Б. Брукса, Эдварда Ортона, Т. К. Чемберлина, Юджина А. Смита, Джорджа Литтла, Дж. Р. Проктора, Р. Д. Ирвинга, Н. С. Шалера, Джона Хейза Хаммонда, Бейли Уиллиса и Г. Х. Элдриджа, указывающие на то, в какой степени надзор за этими исследованиями был передан в руки экономических геологов. К этой процедуре вернулся директор Уолкотт, и за последние десять лет она стала устоявшейся политикой, а статистика годовой добычи всех важных минеральных продуктов находится в ведении геологов, как наиболее квалифицированных для изучения ресурсов страны. Другим из этих специальных помощников в 1880 году был Альберт Уильямс-младший, который в 1882 году стал первым начальником Отдела минеральных ресурсов. Изучение рудных месторождений, которое, можно сказать, началось с исследования Кинга, было вдохновлено собственной оценкой Кингом широких геологических связей в распределении минеральных богатств и подробными исследованиями отдельных горнодобывающих районов его коллегами, “основанными на фактах, точно определенных в свете современной геологии”.

Геологические исследования проводятся на Аляске с 1895 года, и в последние несколько лет ежегодные ассигнования на эти работы были такими же, как и на расходы на все Исследования в первый год их истории. Подразделение минеральных ресурсов Аляски фактически само по себе является геологической службой, за исключением того, что оно участвует в административном механизме более крупной организации и имеет преимущество сотрудничества научных специалистов Службы, поскольку они могут потребоваться для дополнения ее собственных сил. Все исследования в этой отдаленной части страны представляют геологическую службу в лучшем виде, поскольку здесь многолетний опыт организации в Западных Штатах может быть применен для наиболее эффективной и полезной работы на границе, где геолог и топограф в своих исследованиях не всегда следуют за изыскателем, но часто опережают его. Несомненно, ни один фактор не внес большего вклада в освоение ресурсов Аляски, чем эта новаторская работа Федеральной службы разведки, однако эта работа также внесла заметный вклад в такие науки, как геология и география.

Первой обязанностью, возложенной на директора геологической службы законом 1879 года, была “классификация государственных земель”, и эта фраза, несомненно, выражала идею комитета Национальной академии. Однако в том же законодательстве содержится положение о дальнейшем рассмотрении комиссией классификации и оценки государственных земель, что также рекомендовано Национальной академией. Таким образом, решение директора Кинга о том, что классификация, предложенная Конгрессом, носит научный характер и предназначена для общего ознакомления, а не для оказания помощи Земельному управлению в отчуждении земли путем продажи или иным образом, на самом деле было основано на сознательном мнении Комиссии по общественным землям, членом которой он был, о том, что классификация серьезно помешает быстрому заселению незанятых земель. Почти сорок лет спустя те, кому Геологическая служба доверила работу по классификации земель, признают этот знакомый аргумент, который, несомненно, имел гораздо большую силу на той ранней стадии использования земельных ресурсов страны.^[106] Концепция классификации земель как бизнес-политики со стороны правительства как землевладельца относится скорее к сегодняшнему дню более интенсивного развития. В настоящее время действующее законодательство о государственных землях требует максимального использования, и, следовательно, отчуждению должно предшествовать официальное исследование природных ценностей и возможностей. Этот тип минерально-гидрографической классификации государственных земель разрабатывался все чаще с 1906 года, так что теперь Геологическая служба является своего рода научным консультантом министра внутренних дел и комиссара Главного земельного управления, что, возможно, рассматривалось Национальной академией наук в 1878 году. Однако каждому, кто хоть сколько-нибудь знаком с условиями на Западе, ясно, что недавние исследования по классификации земель в Вайоминге, например, — подробные геологические исследования, которые составляют основу для оценки государственных угольных угодий площадью 40 акров, — не имели бы никакой пользы в 1871 году, когда был принят закон об угольных землях, но когда спрос на железнодорожное топливо только начался.

Идея классификации земель, конечно же, лежит в основе национальных движений за леса и ирригацию. Законы 1888 и 1896 годов, положившие начало активному одобрению Конгрессом этих природоохранных движений, возложили на Инспекцию обязанности по обследованию участков водохранилищ и лесных заповедников соответственно. Более ранний из этих законов положил начало исследованию водных ресурсов страны, которое по-прежнему является важным этапом деятельности Службы, и привел к созданию независимой организации —

Службы мелиорации. Начало федеральной мелиорации засушливых земель легко проследить по пионерской работе Пауэлла, чей доклад 1878 года о засушливом регионе Соединенных Штатов был первой адекватной постановкой проблемы максимально широкого использования этих земель в терминах, более широких, чем индивидуалистические устремления. Однако в течение многих лет призыв Пауэлла к рассмотрению Конгрессом этой Национальной задачи был подобен “гласу вопиющего в пустыне”.

Несколько аналогичным образом лесохозяйственные изыскания в рамках Геологической службы помогли в организации отдельного бюро — ныне Лесной службы. Другим важным федеральным бюро, имеющим прямое отношение к Геологоразведке, является Горное бюро, созданное в 1910 году, которое продолжало исследования в области технологии добычи полезных ископаемых, специально предусмотренные Конгрессом, в течение шести лет в рамках Геологической службы, но в некоторой степени начатые в первые дни работы Геологоразведочной службы под руководством директоров Кинга и Пауэлла.

Другая не менее важная организация государственного характера, хотя и не Федеральное бюро, ведет свое начало от Геологической службы: Геофизическая лаборатория Института Карнеги, которая в настоящее время оказывает столь мощное влияние на геологические исследования, возникла в результате официальной работы Отдела химических и физических исследований Геологической службы, и ее персонал поначалу в основном набирался из геологоразведочных служб. В высшей степени оригинальная экспериментальная работа этой лаборатории вышла далеко за рамки работы Исследования — по крайней мере, далеко за рамки, возможные при наличии федеральных средств, — однако большинство результатов этих исследований в конечном итоге могут подпадать даже под строгую формулировку, используемую в ассигнованиях Исследования “на химические и физические исследования, относящиеся к геологии Соединенных Штатов”.

Топографические работы в рамках настоящей съемки продолжаются с постоянным совершенствованием стандартов и экономией методов работы более ранних организаций. Основная цель этих топографических съемок - обеспечить основу для составления геологических карт, однако эти топографические карты, которые охватывают 40 процентов территории Соединенных Штатов, используются во всех видах гражданского строительства, а также общественностью в целом. Ежегодное распространение путем продажи полумиллиона таких карт является показателем их ценности для людей.

Горячая дискуссия, которая велась в течение многих лет по вопросу военного или научного руководства топографическими съемками, разительно контрастирует с нынешней концентрацией всего топографического картографирования в рамках Геологической службы в тех областях, где это может наилучшим образом удовлетворить потребности армии. В 1916 году Конгресс особо признал возможность более широкого сотрудничества такого рода, как в ассигнованиях, выделенных Геологической службе, так и в специальных ассигнованиях, выделенных Военному министерству. В течение ряда лет топографы-геодезисты предоставляли Армии специальную военную информацию, но с 26 марта 1917 года каждый топограф геологической службы работал исключительно по программе военных съемок, установленной Генеральным штабом армии, и места некоторых из 44 топографов-геодезистов, находящихся сейчас во Франции в качестве офицеров-инженеров, заполнены 34 другими офицерами-инженерами запаса, назначенными по приказу военного министра директору Геологической

службы для оказания помощи в этом военном картографировании и получения инструкций, в свою очередь, подготавливающих их к топографической службе во Франции.

Вклад этой гражданской службы в военные операции в нынешней чрезвычайной ситуации является подходящим завершением этого обзора столетних правительственных опросов. В настоящее время 215 сотрудников Геологической службы носят военную форму, 107 - в качестве инженерных офицеров, двое из которых находятся в штате американского главнокомандующего во Франции. В военной работе, проводимой в Соединенных Штатах, вклад Разведки ни в коем случае не ограничивается военным картографированием: геологи также мобилизованы для удовлетворения военных потребностей, оказания помощи в разработке новых источников важнейших военных минералов, в ускорении производства минеральных продуктов, в сборе информации для офицеров по закупкам как нашего собственного, так и союзного правительств, в сотрудничестве с квартальными мастерами строительства в определении местоположения гравия и песка для использования в строительстве, а также в общих и специальных исследованиях подземного водоснабжения и возможностей дренажа в местах расквартирования и в снабжении Военно-морского министерства аналогичными техническими данными. Особым вкладом стало применение к воздушным съемкам фотограмметрических методов, разработанных при топографических работах на Аляске, и усовершенствование камеры, специально адаптированной для использования на самолетах. Использование завода по гравировке и печати карт Геологической службы для конфиденциальной и срочной работы как для армии, так и для военно-морского флота привело к необходимости отложить текущие работы для самой Геологической службы. Во всей организации используются записи, методы и персонал, которые представляют собой результат многолетней научной деятельности; таким образом, опыт прошлого находит применение в условиях нынешнего кризиса.

Примечания.

96. Гесс, Р. Х., Основы национального процветания, стр. 100.

97. Отчет Национального музея, 1904, стр. 189-733.

98. Физерстонхау, Дж. Д., Am. Geol., 3, 220, 1889.

99. Уитни, Минеральные богатства Соединенных Штатов, стр. 248-250.

100. Фостер и Уитни, 31-й Конгресс, 1-я сессия, Документ Палаты представителей № 69, стр. 13-14, 1850.

101. Первый ежегодный отчет геологической службы США. Обзор, стр. 4.

102. Уилер, Отчет 3d Международной геологии. Конгресс, стр. 492, 1885.

103. Взгляды автора на “естественные монополии” на государственной службе изложены в обращении, произнесенном на праздновании столетия Береговой и геодезической службы США 5 апреля 1916 года. (См. Science, том 43, стр. 659-665, 12 мая 1916 г.)

104. Для получения корреспонденции по этому вопросу см. Minnesota Geol. Обзор, Восьмая энн. Rept., 1880, стр. 173.

105. Оуэн, доктор философии, 30-й конгресс, 1-я сессия, документ Сената № 57, стр. 7, 1848.

106. Это существенное различие между современными требованиями и потребностями предыдущих поколений обсуждалось У. К. Менденхоллом, геологом, возглавляющим Совет по классификации земель Геологической службы: Материалы 2-го Панамериканского научного конгресса, 1915-16, 3, 761.

VI О РАЗВИТИИ ПАЛЕОНТОЛОГИИ ПОЗВОНОЧНЫХ

РИЧАРД СУОНН ЛАЛЛЬ

Введение.

В отличие от сестринской науки палеонтологии беспозвоночных, к которой в значительной степени подходили с точки зрения стратиграфической геологии, палеонтология позвоночных - это, по сути, биологическая наука, зародившаяся в мастерских работах Кювье, которого также следует считать основоположником сравнительной анатомии. В течение долгих десятилетий палеонтология позвоночных была просто разделом сравнительной анатомии или морфологии, поскольку она занималась почти исключительно формой и другими особенностями ископаемых костей и зубов, часто в более или менее фрагментарном состоянии, при этом очень мало или вообще не уделялось внимания какой-либо другой системе анатомии существа. Распределение как в пространстве, так и во времени было зафиксировано, но значение позвоночных в стратиграфии еще только предстояло оценить, и оно едва ли еще стало само по себе. Таким образом, легко видеть, что два отделения палеонтологии привлекли к работе разных сотрудников или даже исследователей разного типа, поскольку, хотя у этих двух наук много общего и их должно быть больше, позвоночный должен, прежде всего, быть морфологом, остро чувствующим форму, и умом, способным запоминать бесконечные структурные детали и визуализировать в целом то, что может быть известно лишь частично. Первоначальная работа блестящего Кювье установила настолько высокий стандарт подготовленности и интеллектуального оснащения, что, как следствие, число тех, кто занимается исследованиями позвоночных, никогда не было большим по сравнению с работниками некоторых других отраслей науки, но результаты, достигнутые теми немногими, кто посвятил свои исследования ископаемым позвоночным, были в основном высокого порядка.

Сначала, как уже подчеркивалось, эта работа носила в основном морфологический характер, имея дело как с отдельными элементами скелета, так и позже с костным каркасом в целом. Затем последовала попытка облечь кости сухожилиями и плотью — другими словами, представить себе жизненный облик ушедшей из жизни формы с такими ее привычками, которые можно было вывести из строения тела, зубов и конечностей. Затем последовала

разработка систематических рядов позвоночных и их разделение на виды, роды и более крупные группы, и на это было потрачено много времени, особенно когда быстрое открытие поставило перед систематиком непрерывный поток новых форм и, следовательно, дало некоторое представление о бесчисленных сонмах ушедших в прошлое существ, населявших мир в геологическом прошлом. Однако эта систематическая работа была основана на самых кропотливых морфологических сравнениях, и поэтому наука все еще оставалась в рамках сравнительной анатомии.

В связи с таксономическими исследованиями появлялись все более ощутимые свидетельства в пользу закона эволюции; исследователи обратились к составлению филетических рядов, показывающих фактические данные о последовательных эволюционных изменениях, которым подверглись различные расы. В сочетании с этими эволюционными свидетельствами возросло внимание к последовательному залеганию в сменяющих друг друга геологических слоях, и стратиграфическое распределение позвоночных стало известно со все большими и большими подробностями. Затем последовало объединение фаун, которое вывело изучение ископаемых форм в сферу исторической геологии, а не просто филогении отдельной расы, и ценность ископаемых позвоночных как ориентиров горизонта становилась все более и более ценной для стратиграфов. Они служат дополнением к знаниям, полученным от беспозвоночных, и в этой связи особенно ценны тем, что часто дают данные, касающиеся континентальных образований, о которых палеонтология беспозвоночных в основном умалчивает.

Расцвет палеонтологии позвоночных в Европе.

Для тех, кто был воспитан в вере в относительно недавнее сотворение мира, охватывающее полностью период в всего шесть дней и произошедшее всего за четыре тысячелетия до Рождества Христова, появление в скалах останков существ, подобных которым ни один человек никогда не видел живыми, должно было дать простор для самых смелых фантазий относительно их происхождения и значения; ибо многие верили, что с момента сотворения мира к фауне мира не только не добавилось никаких новых форм, за исключением, возможно, гибридизации, но и что ни одна из них не вымерла, за исключением очень немногих, благодаря вмешательству человека. Следовательно, предполагалось, что такие существа, которые были обнаружены таким образом, все еще существовали в каких-то более отдаленных уголках мира. Так, наш второй президент Томас Джефферсон, написавший одну из первых статей об американских ископаемых позвоночных, опубликованную в 1798 году, обсуждал в ней останки огромного наземного ленивца, который с тех пор носит название *Megalonyx jeffersoni*. Джефферсон, однако, описал большие когти как относящиеся к огромному львиному животному, которое, по его твердому убеждению, все еще обитало в горах Вирджинии.

О Кювье (1769-1832) говорят как об основателе нашей науки. Его шанс заключался в изобилии костей, захороненных в гипсовых отложениях Монмартра в окрестностях Парижа. Исследования Кювье этих останков, проведенные в свете его очень обширных анатомических знаний, позволили ему подготовить первые из когда-либо предпринятых реконструкций ископаемых позвоночных и представить глазам своих современников мир, населенный формами, которые были полностью вымершими. О том, что этих существ больше нет в живых, никто не мог судить лучше Кювье, ибо его известность была такова, что материалы присылались ему со всех концов света, к которым следует добавить то, что он видел во время своих посещений различных музеев Европы. Поэтому он счел безопасным заявить о маловероятности

какого-либо дальнейшего открытия неизвестных форм среди крупных млекопитающих современной фауны нашего земного шара, и действительно, с его времен добавилось немного таких форм. Кювье обязан не только мастерскому вкладу в родственные науки сравнительной анатомии и палеонтологии позвоночных — the Ossements Fossiles (1812), — но он также объявил о присутствии в континентальных слоях ряда фаун, которые демонстрировали постепенное органическое улучшение от самых ранних таких скоплений до самых современных, идея самой фундаментальной важности, которую ему редко приписывают. Он верил во внезапное и полное вымирание фаун, и известные тогда факты соответствовали этой идее, поскольку никакие общие роды или переходные формы не связывали существ из парижского гипса с мастодонтами, слонами и гиппопотамами, обнаруженными в более поздних слоях. Поэтому нет ничего удивительного в том, что Кювье выдвинул свою теорию катастрофизма для объяснения этих вымираний. Однако, согласно Депере, ему следует приписывать не идею последовательного воссоздания, подобной той, которой придерживались Д'Орбиньи и другие, а идею повторного заселения за счет иммиграции из какой-либо области, которую катастрофа, будь то наводнение или другое разрушительное воздействие, не смогла затронуть.

За Кювье в Европе последовал ряд выдающихся людей, однако ни один из них, за исключением сэра Ричарда Оуэна, не обладал столь широкими познаниями в области сравнительной анатомии, на которых можно было основывать свои исследования среди доисторических людей. Прежде чем перейти к обсуждению вклада Америки в науку, можно перечислить наиболее заметные из них.

Это был, во-первых, Луи Агассис, ученик Кювье, а затем житель Америки, чьи исследования ископаемых рыб Европы представляют собой монументальный труд, результат десятилетних исследований во всех крупных музеях этого континента, и который появился в 1833-43 годах, когда он был еще молодым человеком. Рыбы были практически единственными ископаемыми позвоночными, попавшими в сферу его исследований, поскольку более позднее время он посвятил изучению ледников и новейшей морской зоологии. Другим исследователем этих самых примитивных позвоночных, оставившим непреходящий памятник, был Йоханнес Мюллер. Хаксли, Тракуэр и Джебель также виртуозно поработали над этой группой, в то время как Смит Вудворд из Британского музея считается высшим из ныне живущих специалистов по ископаемым рыбам.

Что касается земноводных, то самыми известными иностранными исследователями были Бронгнарт, Ягер, Бурмейстер, Фон Мейер и Оуэн, хотя претензии Оуэна на выдающееся положение скорее связаны с исследованиями ископаемых рептилий, которые он начал в 1839 году и продолжал в течение пятидесяти лет, добившись замечательных результатов. Он не только описал динозавров Великобритании в серии великолепно иллюстрированных монографий, но и распространил свои исследования на любопытные формы рептилий из формации Карру в Южной Африке. Более того, именно ему принадлежит установление истинного положения знаменитого *архиоптерикса* как самой ранней известной птицы, а не рептилии. Фон Мейер также обогатил литературу по ископаемым рептилиям, исчерпывающе обсудив тех, которые встречаются в Германии, в то время как классическая работа Хаксли о крокодилах, а также о динозаврах и труды Бакленда, Фрааса, Кокена, Фон Хьюна, Годри, Халке, Сили и Лайдеккера значительно расширили наши знания об этой группе.

Нашими знаниями о птицах, которые в лучшем случае редки в виде ископаемых останков, особенно об огромных нелетающих моа, мы во многом обязаны опять же Оуэну, и его осознанию систематического положения *архиоптерикса* уже упоминалось.

Млекопитающие были, пожалуй, самым плодотворным источником палеонтологических исследований в девятнадцатом веке, поскольку, как сказал Циттель, знаменитые исследования Кювье по ископаемым костям, упомянутые выше, не только содержат принципы сравнительной остеологии, но и показывают способом, который никогда не был превзойден, как следует изучать ископаемых позвоночных и какие общие выводы можно сделать из серии методических наблюдений. Влияние Кювье было таково, что до тех пор, пока Дарвин не начал интересоваться палеонтологией млекопитающих, изучение этих форм велось исключительно в русле, указанном французским ученым. Это было замечено в большой работе Де Бленвиля "Остеология современных и ископаемых млекопитающих", которая, хотя и не соответствует стандарту, установленному мастером, тем не менее, является заметным вкладом, как и остеология, подготовленная Пандером и Д'Альтоном. Краткий обзор знаний об ископаемых млекопитающих до 1847 года содержится в книге Гибеля "Фауна будущего", а Лайдеккер сделал для млекопитающих в Британском музее то же, что Смит Вудворд сделал для рыб, создав значительно больше, чем просто каталог, как следует из названия.

Первой работой, в которой ископаемые млекопитающие рассматривались генеалогически, была книга Годри "Очарования животных мира", написанная в 1878 году. Другая работа над ископаемыми млекопитающими была проделана Каупом, который описал млекопитающих из бассейна Майнца и из Эпплсхайма близ Вормса, откуда произошла одна из самых известных доисторических лошадей, *Гиппарион*; эта лошадь вместе с замечательным хоботным *динотерием*, была описана Фон Мейером. Одним из самых замечательных открытий, по значимости, возможно, уступающим Монмартру, было открытие плиоценовой фауны Пикерми близ Афин, Греция, о котором впервые стало известно благодаря публикациям А. Вагнера из Мюнхена, а позже, и гораздо более широко, благодаря публикациям Годри (1862-1867). Х. фон Мейер был лучшим специалистом Германии по ископаемым млекопитающим. После его смерти работу продолжили, среди прочих, Квенштедт, Оскар Фраас, Шлоссер, Кокен и Похлиг.

Во Франции богатые залежи ископаемых млекопитающих были обнаружены в департаменте Пюи-де-Дом, бассейне Роны, Сансане, Керси и недалеко от Реймса. Они были описаны рядом авторов, в частности Круазе и Жобером, Помелем, Лартетом, Фильолом и Лемуаном.

Рютимейер из Бале был одним из самых известных европейских авторов по палеонтологии млекопитающих, и его исследования были всеобъемлющими и облечены в такую форму, что отводили им высокое место в палеонтологической литературе. Он сравнительно изучал зубы копытных, обсуждал генеалогию млекопитающих и взаимоотношения обитателей Старого и Нового Света. Он был сторонником закона эволюции, изложенного Дарвином, и его "генеалогические древа млекопитающих демонстрируют полное знание всех данных, касающихся различных членов последовательности, и являются одними из лучших результатов, полученных до сих пор с помощью строгих научных методов исследования" (Циттель, История геологии и палеонтологии, 1901). Штелин очень подробно изучил млекопитающих швейцарского эоцена.

Что касается Великобритании, то наиболее заметными авторами были Бакленд в его книге "Реликвии Дилювианы"; Фальконер, в соавторстве с Коутли изучавший млекопитающих

третичного периода Индии; Чарльз Мерчисон, писавший о носорогах и хоботных; и совсем недавно Буш, Флауэр, Лайдеккер, Бойд Докинз, Л. Адамс и К. У. Эндрюс. Но, безусловно, самой выдающейся фигурой из всех был сэр Ричард Оуэн, который в течение полувека считался непревзойденным специалистом по ископаемым млекопитающим. Репутация сэра Ричарда была создана благодаря "Естественной истории ископаемых млекопитающих и птиц Великобритании", опубликованной в 1846 году.

Россия добыла много материала о млекопитающих, особенно из третичного периода Одессы и Бессарабии, а также из четвертичного периода севера России и Сибири. Они были описаны в основном Дж. Ф. Брандтом, А. фон Нордманном, но особенно мадам М. Павлоу из Москвы.

Форсайт-Мейджор обнаружил в 1887 году фауну, аналогичную фауне Пикерми, на острове Самос в Средиземном море.

Одним из самых замечательных недавних открытий местонахождений ископаемых было то, о котором объявили в 1901 году г-н Хью Дж. Л. Биднелл из Геологической службы Египта и доктор К. В. Эндрюс из Британского музея Лондона, сделав открытие многочисленных наземных и морских млекопитающих верхнего эоцена и нижнего олигоцена в северном Египте. обнажения залегают примерно в 80 милях к юго-западу от Каира в районе Файюм и представляют собой отложения древнего третичного озера, реликт которого Биркет-эль-Курун сохранился до сих пор. В этих слоях содержались древние Hyracoidea, Sirenia и Zeuglodontia, но, прежде всего, предковые Proboscidea, которые вместе с известными в других местах позволили Эндрюсу продемонстрировать происхождение и эволюционные особенности этой самой замечательной группы животных. Это открытие в Фаюме придает краски убеждению, что Африка, возможно, была прародиной по крайней мере пяти отрядов млекопитающих, упомянутых выше, вместе сэмбритоподами, группой, неизвестной в других местах. Эта теория была независимо выдвинута Талльбергом, Штелином и Осборном до открытия в Египте.

Другим выдающимся европейским работником, написавшим более обширные работы, чем упомянутые выше фаунистические исследования, был В. Ковалевский. Он особенно подробно остановился на эволюционных изменениях лап и зубов у копытных - направлении исследований, впоследствии более детально разработанном американцами Коупом и Осборном.

Южная Америка дала ряд богатых видов фауны, которые были использованы великим аргентинцем Флорентино Амегино и европейцами Оуэном, Жерве, Хаксли, Фон Мейером, а совсем недавно Бурмейстером и Лайдеккером. Более поздние исследования Хэтчера и Скотта в Северной Америке будут рассмотрены далее в этой статье.

Палеонтология позвоночных в Америке.

Ранние писатели. Подведя таким образом итог палеонтологическому прогрессу в Старом Свете, мы можем перейти к рассмотрению работы, сделанной в Новом, особенно в Соединенных Штатах, потому что, хотя исследования в Старом Свете были бесценны, наука палеонтология позвоночных, очень полная как по своим зоологическим и геологическим масштабам, так и по объему и ценности опубликованных результатов, могла быть построена исключительно на открытиях и исследованиях, сделанных американцами. Можно сказать, что наука палеонтология позвоночных зародилась в Северной Америке благодаря деятельности

Томаса Джефферсона, который, как и Франклин, испытывал такой сильный интерес к научным занятиям, что даже более серьезные обязанности на высшем посту во благо американского народа не могли удержать его от них. Когда в 1797 году Джефферсон прибыл на инаугурацию в качестве вице-президента Соединенных Штатов, он привез с собой в Филадельфию не только свою рукопись, но и настоящие ископаемые кости, на которых она была основана. В 1801 году он снова проявил большой интерес к мастодонту Шавангунк, несмотря на тяжелые заботы государства, и в 1808 году превратил часть административного особняка в Вашингтоне в палеонтологическую лабораторию, выставив там для изучения кости хоботных и их современников, полученные в Большом Костном лике Кентукки. Работа Джефферсона, возможно, не стала бы эпохальной, если бы не ее уникальное хронологическое положение в анналах науки.

За Джефферсоном последовал еще один человек — на этот раз тот, чьи расходящиеся интересы привели его не в сферу политической деятельности, а в сферу искусства, поскольку Рембрандт Пил обладал завидной репутацией среди ранних художников Америки. В 1802 году Пил опубликовал отчет о скелете “мамонта”, на самом деле мастодонта, *M. americanus*, говоря о нем как о неопишемом плотоядном животном огромных размеров, обитающем в Америке. Именно из-за формы коренных зубов Пил сказал о нем: “Если это животное действительно было плотоядным, в чем, я полагаю, сомневаться не приходится, хотя мы как философы можем сожалеть об этом, как люди мы не можем не благодарить Небеса за то, что все его поколение, вероятно, вымерло”.

Учитывая работу этих людей в качестве начала, неудивительно, что наиболее заметные плейстоценовые окаменелости Востока привлекли внимание многих последующих авторов в первой половине девятнадцатого века, равно как и то, что первые статьи, появившиеся в Журнале, относились к хоботным или к огромным беззубым наземным ленивцам и аномальным зевлодонам, кости которых часто обнаруживались. Поэтому ряд людей, таких как Кох, оба Силлиманса, Дж. К. Уоррен и другие, сделали эти формы своей главной заботой.

Следы окаменелостей. Среди ранних авторов, которые занимались этими великими окаменелостями, был Эдвард Хичкок, бывший когда-то президентом Амхерстского колледжа и геолог, пользующийся высокой репутацией среди своих современников. Хичкок, однако, лучше и шире известен как первопроходец в создании серии феноменов, показанных так, как ни в каком другом месте региона, в котором он обосновался. Это ископаемые следы, отпечатавшиеся на триасовых породах долины Коннектикута. Именно в журнале за 1836 год (29, 307-340) Хичкок впервые обратил внимание на следы, хотя они были известны и широко обсуждались в народе несколько лет назад. Джеймс Дин из Гринфилда, возможно, был первым, кто оценил научный интерес к этим явлениям, но, посчитав свою собственную квалификацию недостаточной для их надлежащего описания, он привлек к ним внимание Хичкока, и интерес последнего не ослабевал до самой его смерти в 1864 году. Хичкок писал статью за статьей, многие из них публиковал в журнале, снова в своем Заключительном отчете о геологии Массачусетса (1841), а позже в работах кварто, одно в Мемуарах Американской академии искусств и наук и двух других, находящихся в ведении Содружества, “Ихнология” в 1858 году и “Приложение” в 1865 году, последнее из которых является посмертной работой под редакцией его сына Чарльза Х. Хичкока.

Концепция Хичкока о производителях гусениц была более или менее несовершенной из-за того факта, что долгое время было известно лишь несколько фрагментарных костных останков, прямо или косвенно связанных со гусеницами, в то время как, с другой стороны, птицеподобный характер многих из последних и обнаружение огромных нелетающих птиц в других частях земного шара наводили на мысль об очень близкой аналогии, если не о прямой взаимосвязи. Отсюда их сразу называли “птичьими следами”, обозначение, от которого было трудно избавиться, хотя в 1843 году Оуэн обратил внимание на необходимость осторожности при допущении существования столь высокоорганизованных птиц в столь ранний период, особенно когда были известны крупные *рептилии*, которые могли легко образовывать очень похожие следы. В настоящее время считается, что следы в значительной степени имеют динозавриное происхождение, и динозавры, чьи ступни во всех деталях соответствовали следам, на самом деле были обнаружены в пределах тех же геологических и географических ограничений. Это, конечно, относится к двуногим, функционально трехпалым гусеницам. Что касается создателей некоторых неясных следов четвероногих, то сегодня мы находимся в таком же неведении, как и первые первооткрыватели столетие назад, в том, что касается наглядных доказательств. Мы предполагаем, однако, что это были следы амфибий и рептилий, дальше которых мы не можем идти с уверенностью.

Агассис, писавший в 1865 году ("Геологические очерки"), говорит:

“Подводя итог моему мнению относительно этих следов, я полагаю, что они были оставлены животными пророческого типа, принадлежащими к классу рептилий и проявляющими множество синтетических признаков. Чем внимательнее мы изучаем творения прошлого, тем более впечатляющими и значительными становятся синтетические типы, представляющие черты высших классов под маской низших. Они тают в себе обещание будущего. Как вступительная увертюра к опере содержит все музыкальные элементы, которые должны быть в ней развиты, так и эта живая прелюдия к творчеству включает в себя все органические элементы, которые должны быть последовательно развиты с течением времени”.

Из тех, чьи работы были одновременны работам Хичкока, только один, У. К. Редфилд, писал о явлениях триаса, и он занимался главным образом ископаемыми рыбами того времени, его первая статья на эту тему появилась в 1837 году в журнале (34, 201), а последняя - двадцать лет спустя.

Позвоночные палеозоя. Позже позвоночные палеозоя начали привлекать внимание, следы из Пенсильвании были описаны Исааком Ли, начиная с 1849 года, когда в журнале появилось сообщение о его первой статье за этот год (9, 124). Последовало несколько статей о рептилии *клепсизавре*. Альфред Кинг также писал об ихнитах каменноугольного периода, его работа немного предшествовала работе Леа, но была менее авторитетной.

Но, безусловно, самым просветляющим из авторов середины века, посвященных палеозойским позвоночным, был сэр Уильям Доусон, очень большая часть многочисленных работ которого посвящена запасам угля в Новой Шотландии и содержащимся в них остаткам растений и животных. В 1853 году появилось первое сообщение Доусона, написанное в сотрудничестве с сэром Чарльзом Лайеллом, о находке костей позвоночных в основании вертикального ископаемого ствола дерева в Саут-Джоггинсе. Оуэн и Вайман идентифицировали эти кости как принадлежащие рептилии или амфибии, которым было дано название *Dendrerpeton acadianum*. За этим последовали несколько статей, опубликованных в лондонском Quarterly Journal of the

Geological Society, в которых описывались другие позвоночные и связанные с ними наземные моллюски. В 1863 году Доусон обобщил свои открытия в журнале (36, 430-432) под названием "Дышащие воздухом каменноугольного периода", статья, которая была расширена и опубликована под тем же названием в журнале "Канадский натуралист и геолог" за тот же год. Доусон также напечатал в том же томе первое сообщение о следах рептилий (?) на угле. Таким образом, время от времени из-под его плодovitого пера выходили отчеты о дальнейших открытиях, как по костям, так и по следам ног, его окончательный обзор дышащих воздухом животных канадского палеозоя появился в 1895 году. Единственной другой группой позвоночных, привлекавшей его внимание, были определенные киты, о которых он время от времени писал.

Рыбы. Ископаемые рыбы из девонского периода штата Огайо нашли своего первого представителя в лице Дж. С. Ньюберри, назначенного главным геологом второй геологической службы штата Огайо, которая была основана в 1869 году. Эти рыбы из девонских сланцев принадлежали по большей части клюбопытной группе панцирных плакодермных, остатки которых состоят в основном из панцирных пластин с незначительными следами внутреннего скелета или вообще без них. В ассоциации была также найдена акула, *Кладоселаш*, такой изумительной сохранности, что на некоторых образцах Ньюберри, которые сейчас хранятся в Американском музее естественной истории в Нью-Йорке, Бэшфорд Дин продемонстрировал гистологию мышц и внутренних органов в дополнение к очень полным останкам скелета.

Работа Ньюберри над этими формами, начатая в 1868 году, была доведена до дальнейшего завершения Бэшфордом Дином и его учеником Л. Гусаковым, а также К. Р. Истманом. Другая палеонтологическая работа Ньюберри касалась рыб каменноугольного периода в Огайо, каменноугольных и триасовых рыб региона от Санта-Фе до рек Гранд и Грин-Риверс, Колорадо, а также рыб и растений системы Ньюарк в долине Коннектикута и Нью-Джерси. Он также обсудил некоторые останки мастодонтов и мамонтов, а также останки пекари из Огайо, *двудольные*.

Джозеф Лейди (1823-1891).

Теперь мы переходим к рассмотрению работы Джозефа Лейди, одного из трех великих пионеров американской палеонтологии позвоночных, поскольку, если мы не будем обращать внимания на работу Хичкока и других по ископаемым следам, немногие из полученных к настоящему времени результатов были основаны на плодах организованных исследований. Лейди начал свою публикацию в 1847 году и продолжал время от времени выпускать статьи и книги вплоть до 1892 года, опубликовав не менее 219 палеонтологических названий и 553 общих рассказа. Его ранние палеонтологические исследования были посвящены исключительно млекопитающим, которые в то время поступали из недавно открытых ископаемых местообитаний на Западе. Открытие этих форм, одно из самых заметных событий в истории нашей науки, заслуживает пересказа.

Первое объявление было сделано в 1847 году, когда Хайрам А. Праут из Сент-Луиса опубликовал в журнале (3, 248-250) описание верхнечелюстной кости "*Palæotherium*" (= *Titanotherium proutii*) из окрестностей Уайт-Ривер, Небраска. Это сразу же привлекло внимание геологов и палеонтологов к Бесплодным Землям, или *Mauvaises Terres*, которые оказались столь продуктивными по ископаемым формам. Примерно в то же время С. Д. Калбертсон из Чемберсбурга, штат Пенсильвания, представил Академии естественных наук в Филадельфии

некоторые окаменелости, присланные ему Александром Калбертсоном из Небраски. Впоследствии они были описаны Лейди в "Трудах Академии" вместе с челюстью палеотероида, в дополнение к которой в его распоряжение для изучения были предоставлены еще три собранные коллекции.

Это вызвало интерес доктора Спенсера Ф. Бэрда из Смитсоновского института, который отправил Т. А. Калбертсона в Плохие Земли для дальнейших коллекций. Последнему удалось сохранить ценную серию останков млекопитающих и хелонианцев. Они вместе с другими образцами из той же местности были отправлены в Лейди, поскольку, как заметил Бэрд, Лейди, хотя ему было всего тридцать лет, был единственным анатомом в Соединенных Штатах, имеющим квалификацию для определения их природы. Результатом изучения Лейди этого материала стала "Древняя фауна Небраски", опубликованная в 1853 году и представляющая собой самую блестящую работу, которую к тому времени создала американская палеонтология. Выводы Лейди, которые в основном верны, становятся тем более примечательными, когда осознается, что в последнее время у него было мало остеологического материала для сравнительного изучения. Формы, описанные им таким образом, были новыми для науки, носили более обобщенный характер, чем ныне существующие, и все же их выдающийся описатель признал, либо в то время, либо немного позже, их истинное родство с современными типами. Анатомические познания Лейди были почти Кювье, и, подобно Кювье, он установил факт присутствия носорогов, тогда неслыханных в американской фауне, по нескольким небольшим фрагментам коренных зубов, мнение, которое вскоре будет полностью подтверждено находкой полных коренных зубов и всего черепа *одного и того же животного*.

Затем Лейди обратил свое внимание на огромные зубчатые образования, которые он тщательно изучил, опубликовав свои результаты в форме мемуаров в 1855 году, через два года после появления "Древней фауны".

Вымершие рыбы девонского периода Иллинойса и Миссури, а также девона и каменноугольного периода Пенсильвании стали объектами его следующих исследований, после которых он описал пекари из Огайо, а позже, в гораздо более крупной и важной работе "Меловые рептилии Соединенных Штатов" (1865). Большинство окаменелостей, обсуждаемых в этой последней работе, относятся к мергелям мелового периода Нью-Джерси, и из них наиболее примечательным был травоядный динозавр *гадрозавр*, строение и повадки которого, а также его сходство с игуанодонами Старого Света, Лейди подробно описал. По описаниям Лейди и с его помощью Уотерхауз Хокинс смог восстановить точную копию скелета удивительно эффективным способом. Эта реставрация долгое время украшала музей Филадельфийской академии естественных наук, а ее гипсовая копия находилась в Национальном музее Соединенных Штатов. Они, вместе с гипсовыми копиями *игуанодона* из Королевского колледжа хирургов в Лондоне, дали американцам первые реальные представления о членах этой самой замечательной группы. Связанные с ними окаменелости из мергелей Нью-Джерси были в основном крокодилами и черепахами.

С 1853 по 1866 год Ф. В. Хейден проводил серию самых энергичных исследований на Западе, особенно в Небраске и Дакоте, как тогда определялись границы, возвращаясь из каждой поездки нагруженный окаменелостями, которые передавались Лейди для определения. Результаты появились в 1869 году в книге Лейди "Фауна вымерших млекопитающих Дакоты и Небраски", опубликованной в томе 7 Журнала Филадельфийской академии. В этом большом

томе было описано не менее семидесяти родов и многочисленных видов форм, многие из которых были новыми для науки, представляющих многие основные отряды млекопитающих; лошади, однако, особенно бросались в глаза. Эта последняя группа привела Лейди к выводу, впоследствии подчеркнутому Хаксли, что Северная Америка была родиной лошади в геологическое время, поскольку здесь было представлено больше различных видов, чем в любой современной фауне мира. Интерес Лейди к лошадям, для передачи которых он собрал большую коллекцию недавних материалов, растянулся на многие годы, поскольку его первая статья на эту тему датирована 1847 годом, а последняя - 1890 годом.

Затем был обнаружен эоценовый материал из окрестностей Форта Бриджер, штат Вайоминг, геологически более древний, чем формации Небраска и Дакота. Это, вместе с образцами из отложений Грин-Ривер и Суитуотер-Ривер в Вайоминге и Джон-Дэй-Ривер (олигоцен) в Орегоне, также было передано Лейди и добавило еще больше к списку недавно обнаруженных видов, с которыми он уже был знаком в своих более ранних исследованиях. Результаты этого исследования были опубликованы Hayden Survey в 1873 году под названием "Вклад в фауну вымерших позвоночных западных территорий". Это была последняя из крупных работ Лейди, но он продолжал до самой своей смерти сообщать Академии о различных ископаемых формах, которые были представлены ему для идентификации. Из таких отчетов наиболее важным был отчет об окаменелостях фосфатных пластов Южной Каролины, опубликованный в Журнале Академии в 1887 году.

Как палеонтолог, Лейди занимает одно из первых мест с Коупом и Маршем среди тех, кто обогатил американскую литературу по этому предмету, но следует помнить, что это был лишь один аспект его многогранной научной карьеры, поскольку он внес значительный вклад в ботанику, зоологию, а также общую и сравнительную анатомию, и его знания и полезность в качестве инструктора для своих собратьев не выходили за рамки этих предметов.

Отниэль Чарльз Марш (1831-1899).

Шестое десятилетие девятнадцатого века ознаменовалось началом работы нескольких палеонтологов, которым, подобно Лейди, было суждено поднять науку об ископаемых позвоночных в Америке до уровня достижений Старого Света. Это были, среди прочих, Отниэль Чарльз Марш и Эдвард Дринкер Коуп. Имена Марша и Коупа связаны между собой блеском их достижений, их современностью и соперничеством, которое, к сожалению, породило сходство их занятий. Марш опубликовал свою первую палеонтологическую статью в 1862 году (33, 278), Коуп - в 1864 году, но последний умер первым, так что его исследовательская жизнь была короче.



O. B. Marsh

Профессору Маршу следует отдать должное за первую организованную экспедицию, предназначенную исключительно для сбора останков позвоночных, результаты которой содержат так много материала, что он еще не полностью увидел свет в научном изложении. Первая поездка Марша на Запад состоялась в 1868 году, а первая официальная экспедиция была организована двумя годами позже. Эти экспедиции, которых было четыре, финансировались из частных источников, за исключением материальных средств и военного сопровождения, предоставленных правительством Соединенных Штатов, и состояли из персонала, полностью набранного из выпускников Йельского университета. Эти партии исследовали Канзас, Небраску, Вайоминг, Юту и Орегон и вернулись, нагруженные материалами из меловых и третичных образований Запада. Кое-что из этого, по необходимости, несколько фрагментарно, но был получен тип за типом, что благодаря его исчерпывающим знаниям сравнительной анатомии позволило Маршу объявлять об открытии за открытием видов, родов, семейств и даже отрядов млекопитающих, птиц и рептилий, которые были неизвестны науке. В 1873 году состоялась последняя из студенческих экспедиций, и с тех пор до конца его жизни работа по сбору коллекций проводилась под руководством Марша, но платными исследователями, многие из которых были его разведчиками и проводниками в официальных экспедициях или были специально обучены им на Востоке. В 1882 году, после четырнадцати лет накопленного таким образом опыта, Марш был назначен палеонтологом по позвоночным в Геологическую службу Соединенных Штатов, что частично освободило его от личных расходов, связанных с коллекционированием, хотя вплоть до самой его смерти его собственное состояние в значительной степени тратилось на расширение его коллекций. После того, как была установлена его связь с Исследованием, Марш преследовал две основные цели при составлении коллекций: (1) определить геологический горизонт каждой местности, где была найдена большая серия окаменелостей позвоночных, и (2) получить из этих местностей большие коллекции наиболее важных форм, достаточно обширные, чтобы раскрыть, по возможности, историю жизни каждой из них. Марш верил, что полученный таким образом материал послужит ключевыми или диагностическими окаменелостями для всех горизонтов нашей западной геологии выше палеозоя, и в этом он опередил свое время, поскольку мало кто из его современников ценил ценность позвоночных как указателей горизонта. Результатом выполнения его второй цели стало накопление огромных коллекций со всех горизонтов выше триаса, а также некоторых палеозойских и триасовых периодов. Они содержали несколько очень примечательных серий, каждую из которых Марш надеялся положить в основу тщательно разработанной монографии, которая будет опубликована под эгидой Исследования. О размахе его амбиций можно судить по тому факту, что в 1877 году он перечислил не менее двадцати семи запланированных томов в кварто, содержащих не менее 850 литографских листов. Они охватывали, среди прочих групп, зубатых птиц (*Odontornithes*), диноцератов, лошадей, бронтозериев, птеродактилей, мозазавров и плезиозавров, обезьян, плотоядных, непарнокопытных и парнокопытных, крокодилов, ящериц, динозавров, различных птиц, хоботных, беззубых и сумчатых, эволюцию мозга и следы ног в долине Коннектикут. Многие были сделаны для подготовки этих мемуаров, о чем свидетельствует длинный список предварительных работ, превосходно проиллюстрированных гравюрами на дереве, которые должны были составить текстовые иллюстрации мемуаров, которые с большой регулярностью появлялись на страницах журнала в течение тридцати лет. Однако из настоящих мемуаров на момент смерти Марша в 1899 году были опубликованы только два — "*Odontornithes*" в 1880 году и "*Dinocerata*" в 1884 году. Однако не следует упускать из виду книгу "Эпохальные динозавры Северной Америки", которая была опубликована в *the Survey* в 1896 году, хотя и не имела формы и

объема предлагаемых монографий. Это было связано не с отсутствием практического применения, поскольку профессор Марш был неутомимым работником, а скорее с тем фактом, что программа была такого масштаба, что для ее завершения требовалась патриархальная продолжительность жизни. Как бы то ни было, слава профессора Марша зиждется в первую очередь на его способностях и бесстрашии коллекционера, готового самостоятельно преодолевать определенные трудности и опасности, которые подстерегали полевых палеонтологов в дни первопроходцев, а также на его суждениях и умении командовать людьми, чтобы заручиться адекватными услугами других и так направлять их усилия, чтобы результаты были наивысшей ценности. Существенное свидетельство мастерства Марша как коллекционера находится в коллекциях Музея Пибоди в Йельском университете и в коллекции Марша в Национальном музее Соединенных Штатов, которая была собрана за счет средств Геологической службы Соединенных Штатов. Вместе они составляют, возможно, величайшую коллекцию ископаемых позвоночных в Америке, если не в мире; по отдельности они уступают только коллекции Американского музея в Нью-Йорке, являющейся результатом совместных трудов Осборна и Коупа и их очень способных помощников.

Как ученый Марш в значительной степени обладал обширными знаниями сравнительной анатомии, столь необходимыми палеонтологу позвоночных, и, как следствие, был способен не только распознавать сходства и безошибочно классифицировать, но и распознавать характерные диагностические признаки формы перед ним и в нескольких словах описывать их так, чтобы другому работнику было относительно легко распознать вид. Публикация сотен этих конкретных диагнозов в Журнале представляет собой очень большую и ценную часть вклада этого периодического издания в развитие нашей науки. Метод Марша указания форм с помощью столь краткого утверждения, однако, оставляет много незавершенного в плане дальнейшего описания его типов, которое во многих случаях было подготовлено лишь частично.

Еще одной важной услугой, которую Марш оказал науке, была реставрация существ в целом, выполненная с самой кропотливой тщательностью и точностью путем сборки рисунков отдельных костей. Эти реставрации стали классическими, охватывая десятки или более форм животных, птиц и рептилий. Они также были впервые опубликованы в журнале, хотя впоследствии были воспроизведены в учебниках и других работах по всему миру. По крайней мере, отчасти популярная репутация Марша, которая не уступала репутации ни одного другого американца в своем роде, была обусловлена его умением добиваться известности, поскольку его статьи, какого бы объема они ни были, тщательно и методично рассылались корреспондентам в самые отдаленные уголки земли, и таким образом коллекция Марша отразила славу своего создателя.

Эдвард Дринкер Коуп (1840-1897).

Третье великое имя в американской палеонтологии позвоночных, имя Эдварда Дринкера Коупа, резко контрастирует с двумя другими, хотя по кругу своих интересов он, вероятно, был более сопоставим с Лейди, чем с Маршем. Начало научных трудов Коупа датируется 1859 годом, прославившимся в анналах науки появлением книги Дарвина "Происхождение видов". Поэтому неудивительно, что вопросы эволюции интересовали его до самого конца его карьеры. Коуп был не просто палеонтологом, он интересовался современными формами, особенно тремя низшими классами позвоночных, до такой степени, что его работа в этой области является весьма

авторитетной и в некоторых отношениях эпохальной. Тридцать восемь лет почти непрерывного труда были его работой, и сама масса его литературных произведений поражает воображение, особенно если осознать, что, в отличие от произведений писателя-фантаста, они были основаны на кропотливых исследованиях и философской мысли. Большая часть жизни Коупа прошла в Филадельфии или ее окрестностях, за исключением его исследований на западе, и он наиболее известен как профессор геологии и палеонтологии в Пенсильванском университете, хотя он служил и в других учреждениях.

Ранняя работа Коупа была "Среди амфибий и рептилий", его первая палеонтологическая статья "Описание *Amphibamus grandiceps*" появилась в 1865 году. В этом году он также начал свои исследования млекопитающих, особенно китообразных, как живых, так и вымерших, с атлантического побережья. В следующем году началась его работа над материалом из мергелей мелового периода Нью-Джерси, на основе которого он описал одного из первых плотоядных динозавров, *лалапса*, обнаруженного в Америке. В 1868 году Коуп начал описывать позвоночных канзасских мелов, а три года спустя совершил свое первое исследование этих пластов. Это привело к его связям с Геологической службой Соединенных Штатов на территориях, подвластных Хейдену, и продолжению исследований Вайоминга и Колорадо в 1872 и 1873 годах. Полученный таким образом материал, состоящий из рыб, мозазавров, динозавров и других рептилий, был описан в Трудах Американского философского общества, а также в обзорных бюллетенях. В 1875 году эти результаты были обобщены в большом томе объемом в кварто, озаглавленном "Позвоночные меловых формаций Запада". Последующие лета были потрачены на дальнейшее исследование формаций Бриджер, Вашаки и Уосатч в Вайоминге, Пуэр-Ко и Торрехон в Нью-Мексико, а также реки Джудит в Монтане. Материал, собранный в Нью-Мексико, оказался особенно ценным и привел к публикации в 1877 году другого примечательного тома, озаглавленного "Отчет о вымерших позвоночных, добытых в Нью-Мексико участниками экспедиции 1874 года".

Материал теперь накапливался так быстро, что требовал концентрации собственного времени Коупа на исследованиях, так что, хотя он продолжал совершать кратковременные поездки на Запад, настоящая исследовательская работа была поручена Чарльзу Х. Штернбергу и Дж. Л. Уортману, оба из которых впоследствии стали очень хорошо известны: первый как коллекционер, активная деятельность которого еще не прекратилась, второй как исследователь, а позже и исследователь с чрезвычайно высокими перспективами.

Еще в 1865 году Коуп начал не менее пяти отдельных направлений исследований, которыми он занимался одновременно до конца своей карьеры. Что касается рыб, то он стал высоким авторитетом в более широкой классификации благодаря своим исследованиям их филогении, для которых знание вымерших форм является обязательным условием. О земноводных он писал более объемно, чем любой другой натуралист, обсуждая не только морфологию, но и палеонтологию и систематику. В этой связи следует упомянуть не только исследования и коллекции Коупа в пермском периоде в Огайо и Иллинойсе, но особенно останки из техасской перми, впервые полученные в 1877 году, на которых были основаны некоторые из его самых блестящих результатов; они, конечно, включали материалы рептилий, а также амфибий. Его третье направление исследований, рептилии, частично включено в вышеизложенное, но также охватывает рептилий Бриджера и других третичных отложений, рептилий канзасского мелового периода и меловых динозавров.

До 1868 года Лейди один занимался исследованиями на Западе, но в том году в эту новую область исследований одновременно вошли Марш и Коуп, и их исследование и описания сходных регионов и форм вскоре привели к соперничеству, которое, в свою очередь, переросло в серию весьма прискорбных разногласий, главным образом по вопросу приоритета. Это привело к постоянному разрыву дружбы и разделению американских рабочих на два противоборствующих лагеря в ущерб прогрессу нашей науки. Теперь эта брешь благополучно устранена, и в течение ряда лет степень взаимной доброй воли и помощи со стороны наших работников была высочайшей.

Масштабы западной области ископаемых и, в частности, исследования трех помощников Коупа - Уортмана в бассейнах Биг-Хорн и Уосатч, Болдуина в Пуэрко в Нью-Мексико и Камминса в пермском периоде в Техасе - предоставили ему настолько плодотворное поле деятельности, что повод для ревнивого соперничества был в значительной степени устранен. Наиболее очевидным результатом западной работы Коупа стала публикация в 1883 году его книги "Позвоночные третичных формаций Запада", которая составила 3 том кварто публикаций Hayden Survey. Эта огромная книга, содержащая более 1000 страниц и 80 листов, была в шутку названа "Библией Коупа".

Философский вклад Коупа, охватывающий области эволюции, психологии, этики и метафизики, начался в 1868 году с его статьи о происхождении родов. В области эволюции он был последователем Ламарка и как таковой, вместе с Хайаттом, Райдером и Паккардом, был одним из основателей так называемой неоламаркианской школы в Америке. Основным вкладом Коупа, изложенным в его книге "Факторы органической эволюции", является идея кинетогенеза, или механического генезиса, принцип, согласно которому все структуры являются прямым результатом стрессов и деформаций, которым подвергается организм. Решительная атака Вейсмана на теорию передачи не поколебала веру Коупа в эти доктрины, поскольку он утверждал, что палеонтологические доказательства наследования таких признаков, которые, по-видимому, являются результатом индивидуальной модификации, были слишком убедительными, чтобы их можно было опровергнуть. Коуп был больше похож на Ламарка, чем любой другой натуралист, как по складу ума, так и по своим идеям. Он также, подобно Геккелю, был склонен к разработке филогении любого типа, лежащего перед ним, и во многих случаях был удивительно близок к истине, какой мы ее сейчас видим.

Некоторое время сотрудничавший с А. С. Паккардом, Коуп вскоре стал главным редактором и владельцем журнала American Naturalist, который на протяжении многих лет был его основным средством публикации и, таким образом, служил нашей науке так же, как журнал. Как говорит Осборн в качестве итога:

“О Коупе не следует думать просто как о специалисте в области палеонтологии. После Хаксли он был последним представителем старой широкой школы анатомов, и сравнивать его можно только с представителями этой школы. Работа его жизни носит следы великого гения, основательного и точного наблюдения, а иногда и неточности из-за плохой логики или спешки и чрезмерного напряжения в работе.... Как сравнительный анатом он стоит в одном ряду с Кювье и Оуэном как по объему, так и по эффективности своих знаний и идей.... Как натурфилософ, хотя и гораздо менее логичный, чем Хаксли, он был более творческим и конструктивным, его метафизика заканчивалась теизмом, а не агностицизмом”.

1870–1880.

Седьмое десятилетие принесло сравнительно немного великих имен в историю нашей науки, но двое, Дж. А. Райдер и Сэмюэл У. Уиллистон, внесли заметный вклад. Первый опубликовал всего несколько работ, да и те в период с 1877 по 1892 год, но они были заметны, и их влияние было таково, что он назван вместе с Хайаттом, Пакардом и Коупом одним из основателей неоламаркистской школы эволюционистов в Америке. Райдер был близким другом и коллегой Коупа, поскольку они оба занимались позвоночными животными, в то время как двое других были беспозвоночными. Райдер писал о механическом происхождении форм зубов и чешуи рыб, а также о морфологии и эволюции хвостов рыб, китообразных и сиреневых, а также других плавников водных видов. С другой стороны, он практически не проводил систематической или описательной работы.

Напротив, у Уиллистона была долгая и разнообразная карьера следователя и педагога. Получив образование в Йельском университете, он готовился к медицине, и большая часть его преподавания была посвящена анатомии человека, как в Йельском университете, так и в Канзасском университете, где он несколько лет проработал деканом медицинской школы. Он также изучает мух и как таковой является не только ведущим, но и почти единственным диптерологом в Соединенных Штатах. Но именно его работа как палеонтолога позвоночных интересует нас в первую очередь, и здесь он снова стоит среди первых. Его первоначальная работа и обучение в этом научном отделе были у Марша, для которого он провел много месяцев на полевых работах, собирая в основном материалы в меловом периоде Ниобрара в Канзасе. Однако он не проводил никаких исследований, работая с Маршем, из-за нежелания последнего поощрять подобную работу со стороны своих коллег. Уиллистон начал свои публикации в 1878 году и продолжает их до настоящего времени, работая в основном с мозазаврами мелового периода, плезиозаврами и птеродактилями. В последнее время, после его перевода в Чикагский университет, где в качестве профессора палеонтологии и директора Музея Уокера он работал с 1902 года, его интерес в основном проявлялся к палеозойским рептилиям и амфибиям. Наиболее известные работы Уиллистона - "Американские пермские позвоночные и водные рептилии прошлого и настоящего", в которых он излагает свои взгляды на филогенез и систематику класса рептилий. В настоящее время он работает над книгой "Эволюция рептилий", которую с нетерпением ждут его коллеги. Наибольшая сила Уиллистона заключается в морфологии, и некоторые из его наиболее эффективных работ о мозазаврах опубликованы в журнале.

1880–1900.

В следующем десятилетии, 1880-1890 годах, произошел ряд заметных дополнений к работам в области палеонтологии позвоночных: Генри Ф. Осборн, У. Б. Скотт, Р. В. Шуфельдт, Дж. Л. Уортман, Джордж Баур, Ф. А. Лукас и Ф. У. Тру. Шуфельдт является нашим высшим авторитетом в области остеологии птиц, как современных, так и вымерших, недавно описав все вымершие формы, содержащиеся в коллекции Марша; Тру писал о китообразных; Лукас - о морских млекопитающих и птицах плейстоцена, а также написал популярные книги о доисторической жизни. Однако наибольшая заслуга Лукаса заключается в музеях, где он проявил непревзойденный гений в установке немых свидетельств живых организмов прошлого. Какое-то время Уортман был связан с Коупом, позже с Осборном в Американском музее, снова в Музее Карнеги в Питтсбурге и, наконец, в Йельском университете, где занимался исследованиями

части коллекции Марша, относящейся к эоцену Бриджера. Его работа заключалась главным образом в совершенствовании полевых методов в палеонтологии позвоночных и в качестве специального исследователя млекопитающих третичного периода, рассматривающего последних в основном с морфологической и таксономической точек зрения. Результаты Уортмана из Йельского университета о плотоядных и приматах эоцена, еще незаконченные, были опубликованы в журнале в 1901-1904 годах.

Уильям Б. Скотт - выпускница Принстона, проработавшая тридцать четыре года в качестве профессора геологии и палеонтологии в Блэре. Его первая публикация, опубликованная в 1878 году совместно с Осборном и Спейром, описывала материал, собранный ими в эоценовых формациях Запада, и с тех пор исследования Скотта были полностью посвящены млекопитающим, в которых он является одним из наших высших авторитетов. Его наиболее заметными работами были "История наземных млекопитающих Западного полушария", 1913, и "Результаты патагонских экспедиций" Хэтчера, которые опубликованы серией "кварто" совместно с У. Дж. Синклером, хотя они являются авторами отдельных томов, работа Скотта в основном посвящена плотоядным и беззубым животным формации Санта-Крус. Скотт достиг наибольшей полезности как систематик в исследованиях и как педагог.

Человеком, который после трех пионеров приобрел высочайшую репутацию в области палеонтологических исследований позвоночных, является Генри Фэрфилд Осборн. Окончив Принстон в том же классе, что и Скотт, Осборн некоторое время работал профессором сравнительной анатомии в этом учебном заведении, а в 1891 году был вызван в Нью-Йорк для организации кафедры зоологии в Колумбийском университете и кафедры палеонтологии позвоночных в Американском музее естественной истории. В начале своей карьеры он отправился на запад в компании с профессором Скоттом и собрал материал из эоценовой формации Вайоминга, на котором они основали свою первую совместную работу в 1878 году, первое независимое произведение Осборна, мемуары о двух родах *Dinocerata*, появившиеся в 1881 году. Последовал ряд статей о мезозойских млекопитающих, о туберкулезной теории Коупа и о некоторых очевидных доказательствах передачи приобретенных признаков. Однако именно с принятием им обязанностей в Нью-Йорке, особенно в Американском музее, началась самая значительная работа Осборна. С помощью сначала Уортмана и Эрла, позже У. Д. Мэтью и других он собрал самую большую и наиболее полную коллекцию ископаемых позвоночных из существующих; ее ценность, однако, в значительной степени возросла благодаря покупке частной коллекции профессора Коупа, которая, конечно же, включала большое количество видов. Таким образом, коллекция Американского музея содержит не только обширную серию репрезентативных образцов из всех классов и отрядов позвоночных, приобретенных в результате покупок или экспедиций почти из всех крупных населенных пунктов мира, но и выставочную серию черепов, частичных и целых скелетов и реставраций, равных которым не может надеяться ни одно другое учреждение. На этом замечательном материале основано большое количество исследований, заполнивших многие тома, опубликованных по большей части в "Вестнике и воспоминаниях музея". Это исследование является результатом работы не только сотрудников, включая Уолтера Грейнджера, Барнума Брауна, У. Д. Мэтью и У. К. Грегори, но и ряда других американских и некоторых зарубежных палеонтологов.

Собственная работа профессора Осборна была объемистой, его библиография с 1877 по 1916 год содержит не менее 441 названия, охватывающих области палеонтологии, которые, конечно,

включают большее количество — геологию, корреляцию и палеогеографию, эволюционные принципы, представленные на примерах млекопитающих, человека, неврологии и эмбриологии, биографии и теории образования.

В палеонтологии исследования Осборна были в основном посвящены рептилиям и млекопитающим, частично морфологическим, но также таксономическим и эволюционным. Были также проведены фаунистические исследования млекопитающих. Из его опубликованных томов наиболее важными являются, во-первых, "Эпоха млекопитающих" (1910), в которой он рассматривает не эволюционные ряды филогений, а фауны и их происхождение, миграции и вымирания, а также соотношение третичных отложений Старого и Нового Света и их содержание. "Люди древнекаменного века" (1916) представляет собой исчерпывающий трактат и является первым полным и авторитетным американским изложением того, что было открыто к настоящему времени во всем мире в отношении предыстории человека. В своем последнем томе "Происхождение и эволюция жизни" (1917) Осборн представляет новую энергетическую концепцию эволюции и наследственности в противовес преобладающим концепциям материи и формы. В этом томе подытожена вся история происхождения и эволюции жизни на земле вплоть до появления человека. Эта последняя книга нова по своим концепциям, но пока еще слишком рано судить о принятии тезисов Осборна его коллегами по науке.

После смерти профессора Марша Осборн работал палеонтологом по позвоночным в Геологической службе США и отвечал за завершение многих монографий, предложенных его выдающимся предшественником. Одна из них, посвященная рогатым динозаврам, была завершена Хэтчером и Лаллом (1907), другая, посвященная динозаврам-стегозаврам, была продолжена К. У. Гилмором из Национального музея США, в то время как собственноручно написанные Осборном воспоминания о титанотериях (при содействии У. К. Грегори), лошадях и динозаврах-зауроподах. Первое из них, когда оно будет завершено, обещает стать самым монументальным и исчерпывающим исследованием группы ископаемых организмов, когда-либо проводившимся.

Как лидер в области науки, преподаватель и администратор, профессор Осборн занимает высокое место среди ведущих специалистов по позвоночным. Он удивительно преуспел в выборе помощников и в стимулировании их продуктивности, так что их совместные результаты составили очень значительную долю более поздней литературы в Америке.

Девятое десятилетие положило начало работе ценной группы студентов, среди которых следует особо упомянуть Джона Белла Хэтчера, поскольку его работа завершена. Окончив Йель в 1884 году, он провел несколько лет, помогая своему учителю, профессору Маршу, в основном в полевых условиях, собирая за это время либо для Йельского университета, либо для Геологической службы Соединенных Штатов огромное количество очень ценных материалов, особенно с Запада, хотя он также собирал их в более старых отложениях третичного периода и Потомака близ Вашингтона. На Западе он добыл не менее 105 черепов титанотера, исследовал третичные формации, реку Джудит и Копье, собрал и фактически фактически обнаружил останки млекопитающих мелового периода и рогатых динозавров, которые позже ему посчастливилось описать. Затем он (1893) отправился в Принстон, где прослужил семь лет, его основной работой были исследования в Патагонии для Музея Э. и М., одним из прямых результатов которых стала публикация большого отчета об экспедиции, а также географии и этнографии региона. Посетив музей Карнеги в Питтсбурге в 1900 году, Хэтчер продолжил работу

по исследованию и коллекционированию, начатую для этого учреждения Уортманом, и в результате подготовил множество документов, основными из которых являются воспоминания о динозаврах *гаплокантозавре* и *диплодоке*. В 1903 году вместе с Т. У. Стэнтоном из Геологической службы США Хэтчер исследовал русла реки Джудит, и вместе они решили досадную проблему их возраста, опубликованные результаты появились в 1905 году, после смерти Хэтчера. Его последним исследованием, начатым в 1902 году и продолжавшимся до его смерти в 1904 году, была подробная монография о цератопсии, одна из многих, запланированных Маршем. Над этими мемуарами Хэтчер исполнил около 150 печатных страниц в кварто, что дало редкое представление об анатомии этих странных форм. Однако заключительные главы, которые в значительной степени основывались на собственном мнении Хэтчера, должны были быть подготовлены другой рукой.

Таким образом, несмотря на свою раннюю смерть, Хэтчер оказал очень важную услугу американской палеонтологии — в разведке, стратиграфии, морфологии и систематическом пересмотре — и его деятельность по планированию новых областей исследований, таких, например, как исследование антарктического континента, обещала дальнейшие высокие достижения, когда его рука была остановлена смертью.

Краткие сведения.

Неудивительно, что американская палеонтология позвоночных достигла столь высокого уровня, если учесть имеющийся в ее распоряжении материал. Имея обширное и девственное поле для исследований, достаточное количество коллекционеров, некоторые из которых посвятили этой работе большую часть своей жизни, и усовершенствованную технику, позволившую сохранить фрагментарные и плохо сохранившиеся, а также более изысканные образцы, результаты вряд ли могли быть иными. Таким образом, удалось получить материал, практически уникальный во всем мире по объему, полноте и разнообразию. К этому следует добавить определенную американскую смелость в вопросе восстановления недостающих частей, как отдельных костей, так и скелета в целом, чего европейский консерватизм, как правило, не допускает. Эта работа по большей части была проделана после самых кропотливых сравнений исследований и в высшей степени оправдана точностью результатов, которые делают структуру скелета гораздо более понятной как ученому, так и неспециалисту. Закрепленный и подготовленный материал затем монтируется, и здесь американская изобретательность снова добилась замечательных результатов. Некоторые из установленных таким образом образцов настолько малы и хрупки, что требуют удерживающих приспособлений, сравнимых с приспособлениями для демонстрации драгоценных камней; однако другие — огромные динозавры, кости которых чрезвычайно тяжелы, но настолько хрупки, что не выдержат даже веса процесса без опоры — требуют тщательно спроектированного и искусно сработанного ряда подставок из стали или железа, которые должны быть абсолютно надежными и в то же время как можно более незаметными. И в последнее время реалистичная поза отдельного скелета была дополнена созданием групп из нескольких животных, которые в совокупности демонстрируют пол, размер или другие индивидуальные вариации, а также полную механику скелета в различных позах, принимаемых существом в течение жизни.

Дальнейшая реставрационная работа стала возможной благодаря сравнительно-анатомическому исследованию, позволившему нам провести полную реставрацию с помощью моделей и рисунков, покрыв кости сухожилиями и плотью, а плоть кожей и волосами, если

таковые имелись у существа; в то время как законы фаунистической окраски позволили придать реставрации такой оттенок, который, если не фактический оттенок жизни, является весьма разумной возможностью.

Таким образом, американские палеонтологи проложили путь, по которому успешно прошли некоторые из их коллег из Старого Света.

При наличии таких средств, методов и такого доступного материала, опять же неудивительно, что американская палеонтология предоставляет все больше и больше свидетельств эволюции и открывает глазам ученых такие взаимоотношения с животными, о которых и не мечтал систематик, чьи исследования касались только существующих. Это также объяснило некоторые неприятные проблемы распространения животных и их вымирания и связало причину и следствие в великих эволюционных движениях, которые зарегистрированы.

Результаты систематических исследований дополнили ряды новых родов, видов и семейств, но отрядов осталось относительно немного. Тем не менее, некоторые из них, особенно среди рептилий и млекопитающих, были обнаружены как плоды американских открытий. Но помимо сухой каталогизации таких групп, американские систематики разработали несколько очень примечательных филогений и, таким образом, прояснили наше видение взаимоотношений животных таким образом, какого никогда не смогли бы сделать современные зоологи. В этой связи следует упомянуть пермских позвоночных, которые были собраны и изучены с поразительным успехом, главным образом Уиллистоном и Кейсом, хотя работа еще не завершена. Некоторые из этих форм относятся к амфибиям, другие - к рептилиям, третьи имеют такой характер, что связывают эти два класса как переходные формы. Из мезозойских рептилий обнаружилось весьма примечательное скопление, достигшее степени совершенства, неизвестной где-либо еще. Это динозавры, из которых в настоящее время известно несколько типов; плотоядные, как большие, так и малые, некоторые из последних фактически беззубы; Зауроподы, чье совершенство и размеры несравнимы, за исключением тех, которые встречаются в Восточной Африке; и хищные, бронированные, небронированные и рогатые, последние исключительно американские. Небронированные траходонты теперь известны полностью, поскольку на нашем Западе были произведены не только сочлененные скелеты, но и мумифицированные туши, на которых представлены кожа и другие части их мягкой анатомии, и которые до сих пор не имеют аналогов нигде в мире. Хорошо известны и другие группы рептилий, в частности триасовые ихтиозавры, а также мозазавры и плезиозавры канзасского мела. Последняя формация также породила зубатых птиц, *гесперорнисов* и *ихтиорнисов*, которые, опять же, абсолютно уникальны.

Но именно в классе млекопитающих филогения становится настолько полной и приобретает такое большое значение как эволюционное свидетельство, поскольку нигде, кроме как на нашем Западе, не были обнаружены такие серии, как диноцераты и креодонты среди архаичных форм, примитивные приматы эоцена, плотоядные, такие как собаки, кошки и куны, но особенно отряды копытных, такие как лошади. Из этих отрядов копытных классическая американская серия лошадей завершена, верблюды, вероятно, не в меньшей степени, в то время как многое известно об оленях и ореодонтах, у последних есть несколько параллельных типов, а также о хоботных, которые, хотя и имели свой первозданный дом в Старом Свете, тем не менее вскоре отправились на поиски нового, где их останки находят с миоцена до их окончательного и, по-видимому, очень недавнего исчезновения. Эти существа демонстрируют

увеличение массы тела, совершенствование лап и зубов, развитие различного оружия, рогов, которые могут быть изучены в их взаимосвязи с другими органами, образующими эволюционирующее целое, или их эволюцию можно проследить как отдельные структуры, которые имеют свой подъем, кульминацию, а иногда и старческую атрофию, сравнимую с таковой у представителей отряда в целом. Так, например, Осборн проследил эволюцию коренных зубов и Копы ступней, в то время как Марш показал, что развитие мозга протекает аналогичным образом и что степень его совершенства в группе является мощным фактором выживания.

Изучая эволюцию, палеонтолог видит вещи в совершенно ином свете, чем зоолог. Последнее связано в основном с деталями — с наследованием окраски или второстепенных и более поверхностных характеристик животных, — и период наблюдения за такими явлениями по необходимости короток из-за смертности наблюдателя. В то время как у палеонтолога есть перспектива, которой нет у другого, поскольку для него время мало что значит с точки зрения его собственной жизни, и он может заглянуть в прошлое и увидеть великие и фундаментальные изменения, которые вызвала эволюция, возникновение типов, классов, отрядов, и он один может увидеть упорядоченность процесса и ощутить величие законов, которые им управляют.

Влияние Американского научного журнала.

Влияние Американского научного журнала как средства распространения результатов исследований позвоночных было очевидно на протяжении всего этого обсуждения, но, возможно, было бы целесообразно более полно подчеркнуть эту услугу. Журнал был, как мы видели, главным источником исследований профессора Марша, поскольку при его жизни в нем было опубликовано не менее 175 статей, описывающих формы, которые он изучал, а также большая часть материала опубликованных монографий. Поскольку Марш оставил очень мало заметок в рукописи, важность этих частых публикаций в изложении многого из того, что он думал и узнал об этом материале, действительно очень велика. Объединенные названия всех других авторов в Журнале по этому направлению исследований за столетие его существования намного отстают от числа, опубликованного одним только Маршем, поскольку всего их насчитывается 136, но диапазон тем в высшей степени репрезентативен для всей области исследований позвоночных. Более того, следует иметь в виду, что у Лейди, Коупа и Осборна были свои средства публикации, что, конечно, справедливо и в отношении других работников крупных музеев, таких как Американский, Национальный и Карнеги, все из которых выпускают бюллетени и публикации кватер с целью распространения работ своих сотрудников. Многие из более ранних сообщений об открытии останков позвоночных появлялись в Журнале, как и практически вся литература по науке об ископаемых следах (ихнологии), за исключением, конечно, более крупных работ Хичкока и Дина. Из статей Хичкока, Дина и других о следах было не менее тридцати двух, с рядом дополнительных сообщений о сопутствующих феноменах — костях и растениях.

До 1847 года, за исключением нескольких зарубежных объявлений, журнал публиковал почти исключительно статьи по восточноамериканской палеонтологии, единственным исключением было сообщение Перкинса о костях из Орегона в 1842 году. В 1847 году было объявлено о западной “Палеотере” Праута, которая положила начало исследованиям Лейди и других ученых на Бесплодных землях великих равнин Небраски. С тех пор журнал публиковал статью за статьей о формах со всей Северной Америки и обо всех аспектах нашей науки: открытиях,

систематических описаниях, фаунистических взаимоотношениях, свидетельствах эволюции — демонстрируя, таким образом, ту широту и систематичность, которые сделали его столь важной силой в развитии науки.

VII РАСЦВЕТ ПЕТРОЛОГИИ КАК НАУКИ

ЛУИ В. ПИРСОН

Цель этой главы - представить краткий обзор прогресса науки петрологии от ее ранних зачатков до настоящего времени. Область, которую предстоит охватить, настолько велика, что это может быть сделано только в самых общих чертах, и поэтому она была ограничена главным образом тем, что было достигнуто в Америке. Хотя период, охватываемый журналом, насчитывает столетие, однако практически только в течение последних пятидесяти лет породы земной коры стали предметом такого систематического изучения с помощью мельчайших и деликатно точных методов исследования, что это дало начало отдельной отрасли геологической науки. Разумеется, это утверждение не означает, что более широкие характеристики горных пород, особенно те, которые можно наблюдать в полевых условиях и которые касаются их соотношения как геологических масс, не были предметом исследования до этого времени, поскольку это сама основа геологии. Более того, был проведен определенный объем исследований горных пород относительно минералов, из которых они состоят, значения их текстуры и химического состава, что сопровождалось развитием геологии и минералогии с ранних времен. Так, в 1815 году Кордье методом промывки разделил компоненты базальта и с помощью химических анализов определил составляющие его минералы. На момент основания журнала и в течение многих последующих лет генезис горных пород, особенно магматических, был предметом исследований и длительных дискуссий. Геологи обратились за помощью к быстро развивающейся науке химии, и были проведены анализы горных пород в попытке пролить свет на важные вопросы. Примечательно также, насколько точными были наблюдения, которые геологи тех дней проводили над горными породами относительно составляющих их минералов и структуры, с помощью только карманного объектива. Было выдвинуто много идей, основные из которых сохранились до наших дней и вошли в науку, в то время как другие породили споры, которые еще не были разрешены ко всеобщему удовлетворению. В те ранние времена микроскоп иногда использовался для решения вопросов, касающихся более мелкозернистых горных пород, но это использование, как показал Зиркель, было просто случайным, и не было установлено никакой определенной техники или назначения инструмента.

С другой стороны, тот факт, что к середине прошлого столетия был накоплен большой объем информации, касающейся залегания горных пород и минерального состава пород с более крупной зернистостью, а также в некоторой степени относительно их структуры, вызвал попытки так или иначе найти средства согласования этих данных и разработать классификации, подобные тем, что были предложены Фон Коттой и Кордье. История этих попыток

классификации до того, как открытия, сделанные с помощью микроскопа, стали всеобщими, была превосходно рассмотрена Уитменом Кроссом^[107] и здесь нет необходимости в дальнейшем развитии.

О том, что значительный объем работы был проделан в химической области, свидетельствует также публикация "Табеллена" Рота в 1861 году, в которой были собраны все опубликованные анализы горных пород на тот момент. То, что было достигнуто в этот период, делалось в основном на европейском континенте, и теме горных пород уделялось мало внимания ни в Америке, ни в Великобритании — даже в 1870 году Гейки замечает, на что ссылается Кросс,^[108] что на английском языке не существует хорошего трактата по петрографии или классификации и описанию горных пород. В этой стране было достигнуто еще меньше, интерес к ней почти полностью ограничивался такими энергичными и развивающимися науками, как геология и минералогия. Это было естественно, поскольку минералогия является главной опорой, на которой зиждется структура петрологии, и должна естественным образом развиваться в первую очередь, особенно в относительно новом и неисследованном регионе, минеральные ресурсы которого в первую очередь привлекают внимание. Геологи при проведении своих исследований также наблюдали за породами такими, какими они видели их в полевых условиях, и случайно упоминали о них, но исследований самих пород предпринималось очень мало. Ознакомление с первыми двумя сериями журнала показывает, что в этой стране публикуется относительно мало важных статей по петрологии; несколько анализов горных пород, случайные упоминания о минеральном составе, свойствах, связанных с выветриванием, и примечания к методам классификации, предложенным французскими и немецкими геологами, почти исчерпывают список.

Знакомство с микроскопом.

Зачатки той или иной отрасли науки, как правило, неясны и настолько незаметно уходят корнями в фундамент, на котором она покоится, что трудно указать на какое-либо конкретное место в ее развитии и сказать, что это начало. Конечно, есть исключения, такие как замечательная работа Уилларда Гиббса в области физической химии, и может случиться так, что счастливое вдохновение одного работника может дать такое направление методам исследования, что откроет ворота в совершенно новую область исследований и, таким образом, создаст отдельную научную область, как это произошло в радиохимии.

Это то, что произошло в петрологии, когда Сорби в Англии в 1858 году,^[109] указал на ценность микроскопа как инструмента исследования в геологических исследованиях и продемонстрировал, что его использование при изучении тонких срезов горных пород даст информацию высочайшей ценности. Другие, кроме Сорби, пользовались микроскопом, как указал Зиркель,^[110] но, как он указывает, никто до него не признавал его ценности. Однако в течение следующих десяти лет или около того его признание шло очень медленно, и статьи, опубликованные самим Сорби, были в основном посвящены решению весьма специфических вопросов.

Как предположил Уильямс^[111], величайшей заслугой Сорби, возможно, было то, что он ознакомил Зиркеля с его идеями и методами, поскольку последний беззаветно посвятил себя изучению горных пород с помощью микроскопа, и его открытия стимулировали других работников в этой области в Германии, его родной стране, пока зарождающаяся наука петрология не начала обретать форму. Дальнейший шаг вперед был сделан в 1873 году с

появлением учебников Зиркеля^[112] и Розенбуша^[113], в которых были обобщены полученные знания и предоставлены исследователю более точные методы работы. Современному студенту трудно осознать, как много было усвоено за этот промежуток времени и, если уж на то пошло, как много было достигнуто с 1873 года, без ознакомления с этими ныне устаревшими текстами. В 1863 году Зиркель, который тогда находился в начале своей работы, сказал в своей первой статье, представленной Венской академии наук^[114], что если он ограничился главным образом структурой исследованных горных пород и составляющих их минералов и мало рассказал о том, что это были за минералы, причина этого заключалась в том, что "хотя микроскоп великолепно служит для исследования первых соотношений, он обещает очень мало помощи для последнего. Лабрадорит, олигоклаз и ортоклаз, авгит и роговая обманка, минералы, распознавание которых создает наиболее важные проблемы в петрографии, в большинстве случаев невозможно отличить друг от друга под микроскопом". Как мало мог Зиркель предвидеть в то время, менее чем сорок лет спустя, что лабрадорит можно не только точно определить в разрезе породы, но и что за несколько минут, сделав два или три измерения на правильно выбранном срезе, можно определить его химический состав и кристаллографическую ориентацию самого среза!

Тонкий Разрез.

Прежде чем идти дальше, мы можем остановиться здесь на мгновение, чтобы рассмотреть происхождение и развитие тонкого сечения, без которого не было бы достигнуто никакого прогресса в этой области исследований. Когда мы размышляем над этим вопросом, кажется поистине удивительным, что из самого плотного, самого черного камня можно получить срез толщиной в $1/1000$ дюйма, настолько тонкий и прозрачный, что через него можно легко прочитать мелкую печать, и пропускающий свет настолько четко, что самые мощные объективы микроскопа могут быть использованы для различения и изучения мельчайших структур, которые он представляет, с той же способностью, с какой они могут быть использованы на срезах органического материала, подготовленных микротомом. Это немалое достижение.

Первые тонкие срезы, по-видимому, были получены в 1828 году Уильямом Николом из Эдинбурга, которому мы обязаны призмой, носящей его имя. Он взялся за изготовление секций из ископаемой древесины с целью изучения ее структуры. Разработанный им метод был в принципе таким же, как и применяемый сегодня, когда не используются механизмы; то есть он шлифовал плоскую гладкую поверхность с одной стороны щепки своего окаменевшего дерева, затем приклеивал ее к кусочку стеклянной пластины канадским бальзамом и шлифовал с другой стороны, пока срез не становился достаточно тонким. Этот метод использовался другими для изучения ископаемых пород дерева, угля и т.д., Но он не применялся к горным породам до 1850 года, когда Сорби использовал его для исследования известковой крупки. Ошатц в Германии также примерно в это же время независимо открыл тот же метод. Был достигнут дальнейший прогресс в расплавлении цемента, расплавлении среза и переносе его в подходящее стекло для предметов с крышкой - этот процесс все еще используется многими; хотя большинство операторов теперь цементируют первую подготовленную поверхность каменной крошки непосредственно на стекло для предметов и монтируют срез, не перенося его.

Затем появилось машинное оборудование для экономии труда при шлифовании, и был сделан еще один шаг во внедрении пилы - круглого диска из листового железа, кромка которого была покрыта алмазной пылью. Это позволяет сравнительно быстро нарезать относительно тонкие

ломтики, но окончательная шлифовка, требующая опыта и сноровки, все равно должна выполняться вручную. Карборунд также в значительной степени заменил наждачную бумагу. Мастерство и техника заготовителей достигли такой точки, когда были выставлены срезы горных пород желаемой толщины ($0 \cdot 001$ дюйм) и площади в четыре или пять дюймов.

Эпоха петрографии.

На заре развития науки, как отмечалось выше, поначалу возникали большие трудности с распознаванием минералов в том виде, в каком они встречались при изучении горных пород под микроскопом. В то время химический состав и внешняя кристаллическая форма минералов были относительно лучше известны, чем их физические и, особенно, оптические свойства и константы. Некоторые зачатки этого были заложены Брюстером, Николь и другими физиками, а минералоги начали изучать минералы с этой точки зрения. Особенно Де Клуазо посвятил себя определению оптических свойств многих минералов, и автор, будучи студентом в лаборатории Розенбуша в 1890 году, хорошо помнит, какую дань уважения он отдавал работе Де Клуазо за помощь, которую она оказала ему в его ранних исследованиях в области петрографии.

Двадцать лет, последовавшие за публикацией текстов Розенбуша и Циркеля, можно охарактеризовать как эпоху микроскопической петрографии. Здесь проводится различие между последним словом и петрологией, различие, которое часто упускается из виду, поскольку *петрография* буквально означает описание горных пород, тогда как *петрология* обозначает науку о горных породах. С течением времени более широкие и фундаментальные характеристики горных пород, особенно магматических и метаморфических, в дополнение к их минеральному составу, были более изучены и получили большее признание, петрография постепенно стала отделом более широкой области петрологии — науки наших дней.

Использование микроскопа, как только метод стал более понятным, открыло столь обширное поле для исследований, что поначалу изучение и описание горных пород казалось первостепенно важным. Это было естественно, поскольку до сих пор более мелкозернистые породы по большей части не поддавались какому-либо адекватному объяснению, и здесь был ключ, который позволял прочесть шифр. Поток литературы о составе, структуре и других характеристиках горных пород из всех частей света начал появляться во все большем объеме. Требования петрографов к большему и более точному знанию физических и оптических постоянных минералов стимулировали эту сторону минералогии, и исследованиям в этом направлении уделялось все большее внимание. Невозможно провести четкую грань между двумя тесно связанными науками, и большая часть работ, опубликованных под заголовком "петрография", возможно, могла бы быть так же хорошо или лучше описана под названием "микро-минералогия". По правде говоря, некоторым горные породы представлялись просто как скопления минералов, состоящих из мелких зерен.

Работы немецких петрографов привлекли внимание и привлекли студентов со всего мира в их лаборатории, особенно в лаборатории Зиркеля и Розенбуша. Огромные возможности, оснащение и свобода для работы, которые немецкие университеты долгое время предлагали иностранным студентам-естественникам, естественно, способствовали этому. Во Франции возникла блестящая школа петрологов под умелым руководством Мишеля-Леви и Фуке, работу которых продолжили Барруа, Лакруа и другие, но жесткая структура французских университетов того периода не позволяла предлагать большие стимулы для посещения занятий иностранными студентами. На работу французских петрографов следует обратить внимание в другой связи.

В Великобритании, на родине Сорби, новая наука сначала продвигалась медленно, пока ею не занялись Олпорт, Бонни, Джадд, Ратли и другие. В 1885 году свидетельства достигнутого прогресса и прочной основы, на которую теперь была положена новая наука, появились в великом труде Тилла “Британская петрография”, который ознаменовал эпоху в этой стране с точки зрения петрографических публикаций. Эта работа имела значение и в другом направлении, помимо описательной петрографии, поскольку она содержит ценные предложения по применению принципов современной физической химии при решении проблем происхождения магматических пород. В ней, как и в публикациях Лагорио, мы видим переход петрографии в петрологическую фазу науки.

Самая ранняя публикация в Америке результатов микроскопического исследования горных пород, которую автору удалось найти, принадлежит А. А. Жюльену и К. Э. Райту, в основном по зеленокаменным породам и хлоритовым сланцам из железистых регионов верхнего Мичигана.^[115] Естественно, она носила краткий и элементарный характер. В 1874 году Э. С. Дана прочитал перед Американской ассоциацией содействия развитию науки доклад о результатах своих исследований “Трапповых пород долины Коннектикута”, аннотация которого была опубликована в этом журнале.^[116] Тем временем Кларенс Кинг, ответственный за исследование 40-й параллели, почувствовав необходимость систематического изучения обнаруженных кристаллических пород и не найдя никого в этой стране, готового взяться за это, побудил Зиркеля уделить свое внимание этой задаче. Результат этого труда появился в 1876 году в прекрасном томе^[117] который привлек большое внимание. В том же году появились также петрографические статьи Дж. Х. Касвелла,^[118] Э. С. Дана^[119] и Г. В. Хоуз.^[120] Последний почти полностью посвятил себя этой области исследований и поэтому, возможно, может быть назван самым ранним из петрографов в этой стране. Его работа “Минералогия и литология Нью-Гэмпшира”, опубликованная в 1878 году как один из отчетов Государственного управления под руководством профессора К. Х. Хичкока, была первыми значительными мемуарами американца. За этим последовали различные статьи, одна из которых посвящена “Граниту Олбани и его контактными явлениями”,^[121] представляет особый интерес как одно из самых ранних исследований контактной зоны, а также по полноте методов, используемых для решения проблемы прогнозирования перехода к эпохе петрологии.

В течение следующих десяти лет, или с 1880 по 1890 год, новая наука петрография процветала и чрезвычайно разрослась. Многие молодые геологи за рубежом посвятили себя этой области исследований и накопили знания о горных породах со всех уголков мира, и их связи быстро росли. Работа Тилла была замечена, и среди прочих можно упомянуть имя Бреггера, чей первый вклад^[122] в этой области свидетельствует о том, что его публикации станут классическими в науке.

В этот период в Америке появилось несколько энергичных работников, частично прошедших подготовку в лабораториях Розенбуша и Зиркеля, исследованиям которых было суждено поставить науку на прочную основу в этой стране, которую она занимает сегодня. Среди более ранних из них можно упомянуть Уитмена Кросса, Р. Д. Ирвинга, Дж. П. Иддингса, Г. Х. Уильямса, Дж. Ф. Кемпа, Дж. С. Диллера, Б. К. Эмерсона, М. Э. Уодсворта, Г. П. Меррилла, Н. Х. Уинчелла и Ф. Д. Адамса в Канаде. Другие участники добавлялись в эту группу ежегодно. В результате их работы стал доступен постоянно растущий объем информации о горных породах Америки, и стоит только изучить файлы Журнала и других периодических изданий, а также перечисленные публикации Национального и государственного обзоров, чтобы оценить это.

В журнале, например, мы можем сослаться на статьи^[123] о вулканах Северо-Запада и Большого бассейна, о первичном кварце в базальте и происхождении литофизики; о результатах исследований Г. Х. Уильямса о породах серии Кортландт и о перидотите близ Сиракуз, штат Нью-Йорк; о статьях Диллера о перидотитах Кентукки и недавних извержениях вулканов в Калифорнии; о статьях Р. Д. Ирвинга о медьсодержащих и других породах региона озера Верхнее и Кемпа о дайках и других извержениях в южной части Нью-Йорка и северной части Калифорнии. Нью-Джерси. Другие публикации значительно расширили бы этот список.

Петрологическая эра.

По мере того, как основные факты, касающиеся горных пород, особенно магматических, относительно их минерального и химического состава, их структуры и текстуры, а также пределов, в которых они заключены, становились все более известными; и отношения, которые они имеют к ассоциациям горных пород и способам их залегания, начали осознаться, наука приобрела более широкий аспект. Усилилось восприятие того, что горные породы больше нельзя рассматривать просто как интересные скопления минералов, а как объекты, чьи характеры и ассоциации имеют значение. Все больше и больше улучшенных анализов горных пород стимулировали интерес к химической стороне, и это, а также генезис их минералов привели к рассмотрению магм и их функций в горнообразовании. Был замечен тот факт, что различные виды горных пород не были разбросаны без разбора, но что в разных регионах были обнаружены определенные группы с общими признаками. Эти особенности привели к попыткам классифицировать магматические породы по линиям, отличным от тех, которые использовались до сих пор, и объяснить их происхождение на общих принципах. Другими словами, описательная наука петрография слилась с более широкой наукой петрологией. Точное время, отмечающее этот переход, установить невозможно, поскольку эволюция была постепенной. И все же для этой страны при обзоре литературы, для которой наибольшую ценность представляли последовательные выпуски “Библиографии североамериканской геологии”, издаваемой Геологической службой США, автор был поражен тем фактом, что в первом томе, содержащем указатель статей до 1891 года включительно, статьи на темы такого рода перечислены под заголовком “петрография”, тогда как во втором томе (1892-1900) они сгруппированы под заголовком “петрология”, а прежний заголовок опущен. Обоснование этого можно найти, изучив список публикаций и отметив их характер. Следовательно, по некоторым причинам начало этого периода можно отнести к первым годам текущего десятилетия. Более того, именно в это время начала появляться великая работа Зиркеля^[124], которая так полно подводит итоги петрографической эпохи. Розенбуш^[125] более определенно формулировал свои взгляды на разделение горных пород на магматические группы, как показано их ассоциациями в данной области, и использовал это в классификации; идея, которая, впервые появившись во втором издании его “Физиографии движения масс”, находит более полное развитие в третьем и последнем изданиях этой работы. В этой стране Iddings^[126] опубликовал важную статью, в которой четко прослеживаются семейные связи магматических пород и происхождение различных групп из общей магмы путем дифференциации. Фундаментальные проблемы, лежащие в основе генезиса магматических пород, теперь были четко осознаны, и с этим признанием наука перешла в петрологическую фазу. Брегер^[127] также приписал щелочным породам Южной Норвегии общее происхождение и указал на их региональные особенности.

Начиная с этого времени можно отметить попытку найти аналогию между горными породами и формами органической жизни и применить те принципы эволюции и происхождения, которые

оказались столь плодотворными в развитии биологических наук, к генезису и классификации магматических пород. Это, возможно, в целом было скорее очевидным, чем реальным, в постоянном заимствовании терминов из этих наук для выражения определенных характеристик и взаимосвязей, наблюдаемых или воображаемых для получения среди горных пород. Тем не менее, восприятие определенных взаимосвязей, которым мы в значительной степени обязаны Розенбушу и Бреггеру,^[128] доказало несомненную ценность в качестве стимула для исследования новых регионов и указания на то, чего петролог должен ожидать в своей работе.

Таким образом, труды упомянутых ранее людей, а также труды Бейли, Бэскома, Кушинга, Дейли, Лейна, Лоусона, Линдгрена, Пирссона, Дж. Ф. Уильямса, Вашингтона и других пролили поток света на магматические породы этого континента и позволили сделать множество широких обобщений относительно их происхождения и распространения. Таким образом, дифференцированные лакколиты Монтаны^[129] послужили наглядными примерами процесса локальной дифференциации. Многие статьи, опубликованные в журнале за последние двадцать лет, демонстрируют эту эволюцию и рост петрологических идей. Материалы из американских источников в этот более поздний период, значительную долю которых составляют статьи в журнале, действительно имели большое значение для формирования развития и будущего науки.

Обратившись к файлам журнала, можно увидеть, что они охватывают постоянно расширяющийся круг вопросов, касающихся горных пород, и статей, представляющих теоретический интерес, становится все больше и больше, наряду с статьями чисто описательного характера.^[130] Таким образом, мы находим рассуждения Беккера о физических константах горных пород, о фракционной кристаллизации и о дифференциации; Кросса о классификации; Адамса о физических свойствах горных пород; Дейли о методах магматической интрузии; Райта о слоистости; Феннера о кристаллизации базальтовой магмы; Боуэна о дифференциации путем кристаллизации; писателя о сопутствующих породах и о происхождении вкрапленников; Смита о происхождении щелочных пород; Мергоци о происхождении рибекитовых пород; и Баррелла при контакте - метаморфизм. Они могут служить примерами, выбранными почти наугад из файлов Журнала, и мы находим среди них статьи, описывающие петрологию многих конкретных регионов, которые часто содержат также материалы, представляющие общий интерес и важность, такие как статьи Линдгрена о гранодиоритах и родственных породах Сьерра-Невады; Рэнсома о латите; Кросса о лейцитовых холмах; Хейга о лавах Йеллоустоунского парка; Пога о древних вулканических породах из Северной Каролины; Уоррена о перидотитах из Камберленда, штат Вирджиния; о Голдман "песчаник из Техаса"; и "О петрологии различных населенных пунктов центрального Нью-Гэмпшира" Вашингтона и писателя. Такой список, конечно, можно было бы значительно расширить и привести другие важные статьи, но было сказано достаточно, чтобы показать, насколько важным хранилищем результатов петрологических исследований был и продолжает оставаться журнал.

Таким образом, просматривая список активных работников, мы невольно останавливаемся и размышляем о том, какую большую потерю понесла американская петрология в результате преждевременной смерти некоторых из ее самых блестящих и многообещающих представителей; чтобы оценить это, достаточно вспомнить имена Р. Д. Ирвинга, Г. Х. Уильямса, Г. В. Хоуза, Дж. Ф. Уильямса и Карвилла Льюиса.

Накопленный за эти годы материал привел к публикации обширных мемуаров, в которых наука рассматривается не со старой описательной стороны, а с теоретической точки зрения и классификации.^[131] В этих работах наблюдаются сильные расхождения во взглядах, что является здоровым признаком развивающейся науки.

Следует также отметить, что наряду с этим развитием теоретической стороны происходило постоянное совершенствование техники исследования горных пород. Достаточно сравнить старые справочники Зиркеля и Розенбуша со многими современными трактатами по петрографическим методам, чтобы убедиться в этом.^[132] Это связано, с одной стороны, с огромным объемом тщательной работы, которая была проделана для точного определения физических констант горных пород-минералов^[133] и в организации их микроскопического определения, как в замечательных исследованиях полевых шпатов Мишеля-Леви, а с другой - в исследованиях используемого оборудования и в последующих усовершенствованиях в них и в способах их использования, примером чего являются деликатно точные методы, представленные Райтом.^[134] Развитие самого микроскопа как инструмента исследований в этой области и в минералогии заслуживает отдельного слова в этой связи. Первый шаг к тому, чтобы сделать обычный микроскоп специально используемым таким образом, был сделан Генри Фоксом Тэлботом из Англии, когда в 1834 году он представил использование недавно изобретенных призм Nicol для исследования объектов в поляризованном свете. Можно сказать, что современный инструмент был разработан Розенбушем в 1876 году. С тех пор почти год за годом происходили постоянные усовершенствования, пока инструмент не стал высокоточным и удобным, замечательно приспособленным для работы, которую он призван выполнять, со специальными конструкциями для различных видов использования и почти бесконечным количеством вспомогательных приспособлений для исследований в различных областях минералогии и кристаллографии, а также в собственно петрографии.^[135] Это также напоминает о том факте, что для удобства тех, кто не умеет пользоваться микроскопом, были подготовлены специальные руководства по петрологии, в которых горные породы рассматриваются с точки зрения увеличения.^[136]

Метаморфические породы.

В этой связи не следует забывать о метаморфических породах. Они действительно порождают самые трудные проблемы, с которыми приходится сталкиваться геологу; к каждой отрасли геологической науки, в свою очередь, можно обратиться за помощью в их решении. Под натиском тщательной, точной и упорной работы в полевых условиях, под микроскопом и в химической лаборатории, с помощью накопленных знаний в области петрологии, стратиграфии, физиографии и других областях геологической науки их тайна в значительной степени раскрылась. Первая работа Леманна, Лоссена, Барруа, Бонни, Тилла и других европейских геологов была параллельна в Америке работе Р. Д. Ирвинга, благодаря усилиям которого регион озера Верхнее стал главным местом изучения метаморфических пород в этой стране. Ирвинг вскоре заручился помощью Г. Х. Уильямса, который занимался изучением таких пород, и последний опубликовал мемуары о районах залегания зеленокаменных сланцев в Меномини и Маркетте в Мичигане^[137] который навсегда останется одним из классических в литературе о метаморфических породах. Собственный вклад Ирвинга в петрологию, хотя и ценный, был прерван его безвременной кончиной, но изучение этого региона под руководством его партнера и преемника К. Р. Ван Хайза и его сотрудников дало массу информации, имеющей фундаментальное значение для нашего понимания метаморфизма и кристаллических сланцев.

Его плоды представлены в мемуарах Ван Хайза^[138], которая является авторитетной справочной работой по метаморфизму, а также в различных публикациях его и его помощников, Бейли, Клементса, Лейта и других. В связи с этой областью петрологии следует также упомянуть работу канадских геологов Кемпа, Кушинга, Смита и Миллера в регионе Адирондак.

Химические анализы горных пород.

Ранее указывалось, что по мере развития науки петрологии проводились химические исследования горных пород в целом. Целью такого анализа было, с одной стороны, получить лучший контроль над минеральным составом, а с другой - получить представление о природе магм, из которых образовались магматические породы. Самый ранний анализ американского рока, запись о котором я могу найти, - это “вакке” Дж. У. Вебстера, приведенный в первом томе журнала, страница 296, 1818 год.

В течение следующих 40 лет американские химики К. Т. Джексон, Т. Стерри Хант и другие время от времени проводили несколько анализов. В 1861 году Юстус Рот опубликовал первое издание своего "Табеллена", в которое он включил все анализы, которые были сделаны на тот момент и которые, по его мнению, заслуживали сохранения. Хотя, естественно, учитывая состояние аналитической химии на тот момент, большинство из них сейчас считались бы довольно грубыми, публикация этой работы оказала большую услугу и ознаменовала эпоху в геохимии. В этих таблицах Рот перечисляет четыре анализа американских магматических пород, два из региона озера Верхнее, проведенных Джексоном и Дж. Д. Уитни, и два европейскими химиками, одним из которых был Бунзен. Материалом последних двух был “долерит”, и для каждого указана одна и та же местность — “Сьерра-Невада между 38 ° и 41 °”, что, вероятно, считалось довольно точным для западной Америки в те дни.

С этих слабых зачатков поступательный прогресс петрологии в химической области в нашей стране был устойчивым до тех пор, пока ее развитие не достигло точки, которая будет указана ниже.

Сбор материала различными государственными геологоразведочными службами и теми, которые были инициированы национальным правительством, привел к увеличению числа горных пород, анализируемых в течение петрографического периода. Они также становились все более качественными, как и те, что были опубликованы Г. В. Хейзом в его статьях. Однако, когда химики были назначены на определенные должности в аппарате правительственных изысканий, и особенно когда после организации Геологической службы США в 1879 году в 1883 году была основана центральная лаборатория общего назначения во главе с Ф. У. Кларком, можно сказать, что началась новая эра в химическом исследовании горных пород. В этой связи следует упомянуть работу В. Ф. Хиллебранда, который установил стандарт точности и детализации при анализе горных пород, который до сих пор не применялся. Благодаря его точным и тщательным методам и результатам, масса анализов, выполненных им и его коллегами-химиками в этой лаборатории, дает нам самый большой вклад в химическую петрологию, который когда-либо был сделан. До января 1914 года в отчете Кларка^[139] перечислено около 8000 анализов различного рода, выполненных в этой лаборатории в геологических целях. Почти везде также следует отметить значительное улучшение качества анализа горных пород, и в руководствах Хиллебранда^[140] и Вашингтонской^[141] в распоряжении аналитика горных пород теперь методы анализа горных пород. значительно усовершенствованная техника, которая должна обеспечить ему наилучшие результаты.

Ранее упоминались Табеллены Рота; было опубликовано несколько дополнений, но после его смерти прошел длительный промежуток времени, прежде чем этой удобной и полезной работой снова занялся Вашингтон^[142] и Осанн.^[143] Недавно было опубликовано новое издание Таблиц Вашингтона, в котором перечислены около 8600 анализов магматических пород, сделанных до конца 1913 года.^[144]

Также и с теоретической стороны, там, где петрология переходит в геологию, современный исследователь найдет массу наиболее полезных и точных данных, хорошо обсуждаемых в современном представителе химической геологии Бишофа - "Данных геохимии" Кларка.^[145] Таким образом, прогресс в химической области был вполне соизмерим с достижениями микроскопа как инструмента и с результатами, получаемыми с его помощью.

Физико-химические работы.

Изучение геологических результатов экспериментальными методами, которые должны дать информацию о процессах, которыми эти результаты вызваны, и условиях, при которых они действуют, с самых первых дней развития науки признавалось наиболее важным, и анализ литературы показывает, что в этом направлении было сделано немало. Экспериментальную работу в современной петрологии, однако, можно отнести к 1882 году, когда Фуке и Мишель-Леви^[146] опубликовали результаты своих обширных исследований по синтезу минералов и горных пород пирогенными методами. Блестящие эксперименты французских петрологов сразу привлекли внимание, и с тех пор значительный объем ценной работы был проделан в этой области рядом ученых, среди которых можно упомянуть Морозевича,^[147] Доэлтера,^[148] Тамман,^[149] и Менье.^[150] По мере продолжения этой работы результаты быстрых достижений в физической химии начали применяться в этой области со все возрастающей ценностью. Дж. Х. Л. Фогту мы обязаны серией ценных статей,^[151] в которой образование минералов и горных пород из магм рассматривается с этой точки зрения. Наиболее важным для будущего петрологии было основание в Вашингтоне великолепного исследовательского учреждения, Геофизической лаборатории Карнеги, под руководством доктора А. Л. Дзя с ее корпусом подготовленных физиков, химиков и петрологов, посвятивших себя решению проблем, возникающих в связи с прогрессом геологической науки. Публикации этого учреждения (многие из них опубликованы в Журнале) слишком многочисленны, чтобы упоминать их здесь; многие из них успешно затрагивают вопросы, имеющие наибольшее значение в петрологии. Это свидетельство того, на что мы можем надеяться в будущем. Накопление точных физических и химических данных, что является его целью, послужит необходимой проверкой гипотетических предположений и приведет петрологию, и особенно петрогенезис, в соответствие с другими более точными науками, обеспечив количественные основы для ее теоретической структуры, на которую можно опереться.

Хотя достижения этой великой организации, по-видимому, сводят к минимуму работу отдельного исследователя в этой области, он может воспрянуть духом, наблюдая за важными результатами по прочности горных пород в различных условиях, которые были получены Адамсом в последние годы, данными, имеющими широкое применение в теоретической геологии. В этой области также появился специальный текст, в котором излагаются принципы и полученные данные.^[152]

Краткие сведения.

В этом кратком ретроспективном обзоре, дающем лишь самые общие очертания и по необходимости опускающем многое важное, мы увидели, как петрология за последние полвека превратилась из случайных грубых экспериментов в полностью организованную науку. Сегодня он располагает хорошо отработанной техникой, большим объемом литературы, текстами, излагающими общие принципы, методы работы, описательными справочниками по морфологии, и получил всеобщее признание как область, которая, хотя и невелика, достойна концентрации интеллектуальных усилий. Подобно другим здоровым растущим организмам, он дал начало ответвлениям, и от него ответвлялись науки металлографии и микроизучения рудных месторождений, которые быстро приобретают форму.

Что насчет будущего? Старые времена преимущественно описательной работы и теоретизирования исключительно на основе наблюдаемых результатов прошли. Наука вступила в стадию, когда работа и теория должны постоянно приводиться в соответствие с химическими, физическими и математическими законами и данными, и при применении этих данных возникают новые проблемы. Фактически, по мере нашего восхождения нашему взору открываются новые горизонты, указывающие на новые регионы для исследования, приобретения человеческих знаний и для нашего удовлетворения.

Библиография.

107. У. Кросс, журнал. Геология, **10**, 451, 1902.
108. Там же., стр. 45.
109. Сорби, Кварту. Jour. Геол. соц., **14**, 453, 1858.
110. Zirkel, Einführung des Mikroskops in das mineralogisch-geologische Studium, 1881.
111. Уильямс, Г. Х., Современная петрография, 1886.
112. Zirkel, Mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine.
113. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien.
114. Zirkel, Mikroskopische Gesteinstudien, Sitzung vom 12 März, 1863.
115. Жюльен и Райт, геология. Обзор Мичигана, 2, 1873. Приложения А и С.
116. Дана, Э. С., Журнал, **8**, 390-392, 1874.
117. Циркель, Геологическая разведка 40-й параллели; т. VI, Микроскопическая петрография.
118. Касвелл, Микроскопическая петрография Черных холмов. Геогр. США. и геол. Обзор. Скалистые холмы. Респ. на Черных холмах Дакоты, 469-527. Выпущенные отдельные экземпляры имеют оттиск 1876 года; полный отчет 1880 года.

119. Дана, Э. С., Магматические породы в горах Джудит, представитель разведки Кэрролл, Монтана, в Йеллоустонском парке в 1875 г. Полковник У. М. Ладлоу, военный департамент, Вашингтон, 105-106.

120. Хоуз Г. У., Породы хлоритовой формации и др., Журнал, **11**, 122-126, 1876. Зеленые камни Нью-Гэмпшира и др., там же, **12**, 129-137, 1876.

121. Хоуз, Г. У., Журнал, **21**, 21-32, 1881.

122. Brögger, Die silurischen Etagen 2 und 3, Kristiania, 1882.

123. Ссылки на упомянутые статьи, все они находятся в Журнале, следующие:

Эмерсон, **24**, 195-202, 270-278, 349-359, 1882;

—, **23**, 302-308, 1882.

Крест, **27**, 94-96, 1884; **31**, 432-438, 1886; **39**, 359-370, 1890; **41**, 466-475, 1891; **23**, 452-458, 1882.

Иддингс, **26**, 222-235, 1883;

—, **27**, 453-463, 1884;

—, **36**, 208-221, 1888;

—, **33**, 36-45, 1887.

Уильямс, **31**, 26-41, 1886; **33**, 135-144, 191-199, 1887; **35**, 433-448, 1888; **36**, 254-259, 1888.

—, **34**, 137-145, 1887.

Diller, **32**, 121-125, 1886; **37**, 219-220, 1889;

—, **33**, 45-50, 1887.

Ирвинг (**26**, 27-32, 321-322, **27**, 130-134, 1883; **29**, 358-359, 1885).

Кемп (**35**, 331-332, 1888; **36**, 247-253, 1888; **38**, 130-134, 1889).

124. Циркель, Лербух Петрографии, 2-е изд., 1893.

125. Хантер и Розенбуш, Уэбер Монквит и др., мин. Петр. Mitth., **11**, 445, 1890. Rosenbusch, Ueber Structur und Class. der Eruptivgesteine, ibid., **12**, 351, 1891.

126. Иддингс, Происхождение магматических пород, Бюлл. Фил, соц. Вашингтон, **12**, 89-213, 1892.

127. Brögger, Mineralien der Syenit-pegmatit-gänge, etc., Zs. Крист., **16**, 1890.

128. --, Основные эруптивные породы Грана, кварт. Jour. Геол. соц., **50**, 15, 1894; Грорудит-Тингуэйт-Сери, Виденск. Skrift. 1 Мат. нац. Кл., № 4, 1894.

129. Вид и Пирссон, *например*, Шонкин Саг, Журнал, **12**, 1-17, 1901.

130. Ссылки на упомянутые статьи (все в журнале) следующие:

Беккер, **46**, 1893; **4**, 257, 1897; **3**, 21-40, 1897.

Крест, **39**, 657-661, 1915.

Адамс, **22**, 95-123, 1906; **29**, 465-487, 1910.

Дейли, **22**, 195-216, 1906; **26**, 17-50, 1908.

Райт, **22**, 224-230, 1906.

Феннер, **29**, 217-234, 1910.

Боуэн, **39**, 175-191; **40**, 161-185, 1915.

Пирссон, **50**, 116-121, 1895; **7**, 271-280, 1899.

Смит, **36**, 33-46, 1913.

Мургочи, **20**, 133-145, 1905.

Баррелл, **13**, 279-296, 1902.

Lindgren, **3**, 301-314, 1897; **9**, 269-282, 1900.

Рэнсом, **5**, 355-375, 1898.

Крест, **4**, 115-141, 1897.

Гаага, **1**, 445-457, 1896.

Пог, **28**, 218-238, 1909.

Уоррен, **25**, 12-36, 1908.

Голдман, **39**, 261-288, 1915.

Вашингтон и Пирссон, Белкнап Мтс., **20**, 344-353, 1905; **22**, 439-457, 493-515, 1906.

-, Красная горка, **23**, 257-276, 433-447, 1907.

-, Гора Трипирамида, **31**, 405-431, 1911.

131. Количественная классификация магматических пород, Кросс, Иддингс, Пирссон и Вашингтон, Чикаго, 1903.

Petrogenesis, C. Doelter, Braunschweig, 1906.

Магматические породы, об. **1** и **2**, Дж. П. Иддингс, Нью-Йорк, 1909 и 1913.

Проблема вулканизма, Иддингс, Нью-Хейвен, 1914.

Естественная история магматических пород, Альфред Харкер, Лондон, 1909.

Магматические породы и их происхождение, Р. А. Дейли, Нью-Йорк, 1914.

132. Среди них можно упомянуть:

Rosenbusch u. Вульфинг, Физиолог. der petrog. wicht. Мин., Штутгарт, 1905.

Иддингс, Дж. П., "Горные минералы", 1-е изд., Нью-Йорк, 1906.

Йоханнсен А., Руководство по петрографическим методам, Нью-Йорк, 1914.

Уинчелл, Н. Х. и А. Н., Элементы оптической минералогии, Нью-Йорк, 1909.

133. Мы можем упомянуть здесь, например, работу Пенфилда по минералогии, упомянутую в сопроводительной главе о минералогии. В дополнение к точному определению состава и констант многих минералов, некоторые из которых имеют важное значение с петрографической точки зрения, мы больше, чем кому-либо другому, обязаны ему распознаванием фтора и гидроксидов в различных видах и, следовательно, представлением об их пневматолитическом происхождении. Его статьи были почти полностью опубликованы в журнале.

134. Райт, Методы петрографико-микроскопических исследований, Институт Карнеги, Вашингтон, 1911, и различные статьи; многие в журнале.

135. Конференция. Цитируемая выше работа Райта и различные руководства, упомянутые ранее.

136. Кемп, "Справочник горных пород", 3-е изд., Нью-Йорк, 1904. Пирссон, "Горные породы и минералы", Нью-Йорк, 1910.

137. Уильямс, Г. Х., Геология США. Обзор., Булл. **62**, Вашингтон, 1890.

138. Ван Хайз, Трактат о метаморфизме, Геол. США. Обзор, Монография **17**.

139. Ф. В. Кларк, Геология США. Обзор, Бык. **591**, 1915.

140. Хиллебранд, Анализ силикатных и карбонатных пород, Геология США. Обзор, Бык. **422**, 1910г.

141. Вашингтон, Химический анализ горных пород, стр. 200, Нью-Йорк, 1910.

142. Id., Химический анализ магматических пород (1884-1900), Геол. США. Обзор, проф. Статья, № **14**, 1903.

143. Osann, Beitr. zu chem. Petrogr., II Teil. Anal. d. Eruptivegest., 1884-1900, Штутгарт, 1905.

144. Вашингтон, там же, 2-е изд., Геол. США. Обзор, проф. Статья **99**, стр. 1216, 1917.

145. Кларк, Геология США. Обзор., Булл. **616**, 1916.

146. Fouqué and Michel-Lévy, Synthèse des Minéraux et des Roches, Paris, 1882.

147. Морозевич, эксперт. Untersuch. u. Bildung der Min. im Magma, Min. petr. Митт., **18**, 1898.

148. Doelter, Synthetische Studien, N. Jahrb. Мин. 1897, **1**, 1-26. Allg. химия. Минералогия и др.

149. Tamman, Krystallisieren und Schmelzen, 1903.

150. St. Meunier, Les Méthodes de Synthèse en Minéralogie, Paris, 1891.

151. Форт, Mineralbildung в Сметзмассене, Христиания, 1892; Silikatschmelzlösungen, **1** и **2**, 1903, 1904, и различные другие статьи, особенно в Min. petr. Митт., тома. **24** и **25**, 1906.

152. Н. Е. Boeke, Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie, Berlin, 1915.

VIII

РАЗВИТИЕ МИНЕРАЛОГИИ С 1818 По 1918 ГОД

Уильям Э. ФОРД

Минералогию в наши дни, несомненно, принято считать одним из второстепенных элементов группы геологических наук. Мы обычно смотрим на нее как на полезную служанку, главной функцией которой является обслуживание других отраслей, и мы склонны забывать, что в действительности минералогия была признана первой и, с большой долей правды, может быть названа матерью всех остальных. Минералы, из-за их часто встречающейся красоты цвета и формы, а также из-за их использования в качестве драгоценных и поделочных камней, были первыми неорганическими объектами, вызвавшими удивление и комментарии, и мы находим, что многие из них названы и описаны в очень ранних трудах. Теофраст (368-284 гг. до н.э.), знаменитый ученик Аристотеля, написал трактат "О камнях", в котором собрал большое количество информации о минералах и окаменелостях. Плиний старший (23-79 гг. н.э.) более трех столетий спустя в своей "Естественной истории" описал и дал названия многим более распространенным минералам. В то время было естественно, что не следовало проводить четкого различия между минералами и горными породами или даже между минералами и окаменелостями. До тех пор, пока все изучение материалов земной коры касалось их поверхностных характеристик, было логично объединить все под одной рубрикой. Однако в первые века христианской эры были некоторые писатели, которые верили, что окаменелости были получены от живых животных, но большинство считало их всего лишь странными и необычными формами минералов. В течение многих последующих столетий мало что добавлялось к общему запасу геологических знаний, и только в начале шестнадцатого века был достигнут какой-либо дальнейший заметный прогресс. Агрикола (1494-1555) был врачом, который некоторое время жил в шахтерском районе Иоахимсталль. Он изучал и описывал минералы, которые собирал там. Он был первым, кто дал тщательные и критические описания минералов, их кристаллов и общих физических свойств. К сожалению, он также не осознавал фундаментального различия между окаменелостями и минералами, и, вероятно, из-за его влияния эта ошибка сохранялась даже до середины восемнадцатого века. Но, естественно, по мере увеличения числа студентов-ученых росло и число тех, кто отвергал этот вывод, пока, наконец, не был установлен истинный характер окаменелостей. Острый интерес к минералам и окаменелостям, вызванный этим спором, вместе с быстрым расширением горных работ привлекли внимание ученых к другим особенностям земной поверхности и привели к более

глубокому исследованию ее свойств и, таким образом, к развитию собственно геологии. Интересно также отметить, что минералогия была первой из геологических наук, получившей официальное признание и преподаваемой в университетах.

Хотя, как было показано, зачатки минералогии уходят в далекое прошлое, можно сказать, что наука в том виде, в каком мы знаем ее сегодня, пережила практически полный расцвет за последние сто лет. Из более чем тысячи видов минералов, которые сейчас можно считать определенно установленными, в 1800 году было известно едва ли более двухсот, и они были лишь частично описаны или поняты. Верно, что Хауи, “отец кристаллографии”, еще до этой даты открыл и сформулировал законы кристаллической симметрии и показал, что существуют рациональные соотношения между пересечениями осей различных граней кристалла. Однако только в 1809 году Волластон описал первую форму отражающего гониометра и, таким образом, положил начало точному исследованию кристаллов. Различия между различными группами кристаллов были разработаны Бернхарди, Вайсом и Моосом в период с 1807 по 1820 год, в то время как система кристаллических символов Наумана была предложена только в 1826 году. Тот факт, что минералы с двойным преломлением также поляризуют свет, был открыт Малусом в 1808 году, а в 1813 году Брюстер впервые признал оптические различия между одноосными и двухосными минералами. Современная наука химия также только начинала развиваться в этот период, позволяя минералогам проводить анализы все более и более точно и, таким образом, химическими средствами устанавливать истинный характер минералов и правильно классифицировать их.

Франц фон Кобелл на странице 372 своей “Истории минералогии” несколько поэтично описывает состояние науки в этот период следующим образом: “С конца восемнадцатого и начала девятнадцатого веков впервые начались точные исследования в области минералогии. Минералог больше не довольствовался приблизительными описаниями минералов, он стремился скорее отделить существенные факты от тех, которые были случайными, открыть определенные законы и изучить отношения между физическими и химическими свойствами минерала. Использование математики придало кристаллографии новый аспект, а развитие оптических соотношений открыло великолепную область удивительных явлений, которые можно описать как сад, пестрящий цветами света, очаровательными сами по себе и интересными в их связи с силами, которые направляют правильную структуру материи”.

В “Медицинском хранилище” (том 2, стр. 114, Нью-Йорк, 1799) встречается следующее уведомление: “Со времени публикации последнего номера “Хранилища” в городе Нью-Йорк была создана Ассоциация ‘для исследования минеральных и ископаемых тел, составляющих ткань Земного шара; и, в особенности, для естественной и химической истории минералов и окаменелостей Соединенных Штатов’ под названием и стилем Американского минералогического общества”. Вместе с этим объявлением дается реклама, в которой общество “убедительно просит граждан Соединенных Штатов сообщать им обо всех минералогических предметах, но особенно о следующих: 1, касающихся камней, пригодных для изготовления ружейных кремней; 2, касающихся самородной серы; 3, касающихся буревестника; 4, касающихся рудников и свинцовых руд”. Далее общество просит, “чтобы образцы всех видов были отправлены ему для изучения и определения”.

Это, по-видимому, знаменует начало серьезного изучения минералогической науки в Соединенных Штатах. С этого времени в Медицинском архиве все чаще появлялись статьи на

минералогические темы. Большинство из них были краткими и в основном касались описания общих характеристик и способов залегания различных минералов. Ничего существенного с научной точки зрения не появилось много лет спустя, но растущий интерес к минералогическим вещам был явно очевиден. Важный стимул для этого расширения знаний и дискуссий был предоставлен полковником Дж. Джордж Гиббс, который примерно в 1808 году привез в эту страну большую и заметную коллекцию минералов. В Медицинском хранилище (том 11, стр. 213, 1808) найдено уведомление об этой коллекции, часть которого воспроизведена ниже:

“Грандиозная коллекция минералов Гиббса.

Одним из самых ревностных исследователей минералогии в Соединенных Штатах является полковник Г. Гиббс из Род-Айленда, и его вкус и состояние сделали его владельцем самого обширного и ценного ассортимента минералов, который, вероятно, существует в Америке.

Эта богатая коллекция состоит из шкафов, принадлежавших покойному Монсу. Жигу Д'Орси из Парижа и граф Грегуар де Розамонский, русский дворянин, долгое время проживавший в Швейцарии. К которым нынешний владелец добавил еще несколько, либо собранных им самим на месте, либо купленных в разных частях Европы.... В целом коллекция насчитывает около двадцати тысяч экземпляров. Небольшая часть этой коллекции была открыта для любителей в Род-Айленде прошлым летом, а следующим, если позволят обстоятельства, будет выставлена остальная часть”.

В 1802 году Бенджамин Силлиман был назначен профессором химии и минералогии в Йельском колледже. После того, как коллекция Гиббса была привезена в Америку, он провел много времени с владельцем, изучая ее, и, в результате, полковник Дж. Гиббс предложил выставить коллекцию в Нью-Хейвене, если колледж предоставит подходящее помещение. Это было быстро сделано, и в 1810, 1811 и 1812 году коллекция была перенесена в Нью-Хейвени организовал выставку кол. Гиббс. Позже, в 1825 году, он был приобретен Йельским университетом и послужил ядром, вокруг которого была сформирована нынешняя музейная коллекция университета. Нет никаких сомнений в том, что наличие в столь ранний период этой большой и необычной коллекции минералов оказало большое влияние на развитие минералогической науки в Йельском университете и в стране в целом.

В 1810 году доктор Арчибальд Брюс основал "Американский минералогический журнал", титульный лист которого, в частности, гласит: “Американский минералогический журнал, представляющий собой Сборник фактов и наблюдений, имеющих тенденцию прояснять минералогию и геологию Соединенных Штатов Америки, вместе с другой информацией, относящейся к минералогии, геологии и химии, полученной из научных источников”. К сожалению, здоровье доктора Брюса пошатнулось, и журнал просуществовал только до выхода первого тома. Однако, как отмечает Силлиман, он “был принят весьма благосклонно”, и было высказано мнение, что следует завести другой журнал аналогичного типа. С таким предложением выступил полковник Дж. Гиббс профессору Силлиману в 1817 году, и это непосредственно привело к основанию Американского научного журнала в 1818 году под редакцией последнего. Хотя тематика журнала с самого начала была широкой и инклюзивной, в нем всегда публиковалось много статей на минералогическую тематику. Трое из его главных редакторов были выдающимися минералогами, и, без сомнения, он был самой важной силой в развитии этой науки в стране. С 1800 года было описано более 800 хорошо известных видов минералов, из которых примерно 150 были получены из американских источников. Более двух

третьей статей, описывающих эти новые американские минералы, впервые появились на страницах журнала. Хотя описание новых видов не всегда является самой важной частью минералогических исследований, тем не менее, эти цифры показывают, какую большую роль журнал сыграл в развитии американской минералогии.

Удобно просматривать прогресс в минералогии в соответствии с разделами, образованными различными сериями, состоящими из пятидесяти томов каждая, в которых был опубликован Журнал. Как ни странно, обнаружится, что эти подразделения точно соответствуют четырем вполне определенным фазам, через которые прошли минералогические исследования в Америке. Первая серия охватывала годы с 1817 по 1845 год. Просматривая эти тома, можно найти большое количество минералогических статей, работ многих авторов. Подавляющее большинство этих работ носят чисто описательный характер, часто давая лишь общие сведения о залежах полезных ископаемых в конкретных регионах. Однако ряд статей, посвященных более подробным физическим и химическим описаниям редких или новых видов, также относятся к этому периоду. Среди минералогов, занятых в то время описанием отдельных видов, никто не был более неутомимым, чем Чарльз У. Шепард. Он окончил колледж Амхерст в 1824 году, в возрасте двадцати лет. В 1827 году он стал ассистентом профессора Силлимана в Нью-Хейвене, проработав на этой должности четыре года. Позже он преподавал естественную историю в Йельском университете и в разное время был связан с колледжем Амхерст и медицинским колледжем Южной Каролины в Чарльстоне. Его статей по минералогии было очень много. Он присвоил большое количество новых названий минералам, хотя, за исключением примерно полудюжины случаев, позже было показано, что это разновидности минералов, уже известных и описанных, а не новые виды. Однако, несмотря на его частые поспешные и неточные решения относительно характера того или иного минерала, его влияние на прогресс минералогии было значительным. Его огромный энтузиазм и неустанное трудолюбие на протяжении долгой жизни не могли не внести определенный вклад в науку. О его "Трактате по минералогии" будет сказано в следующем параграфе. Он умер в мае 1886 года, опубликовав свою последнюю статью в журнале в сентябре прошлого года.

Первой книгой по минералогии, опубликованной в Америке, была книга Паркера Кливленда, профессора математики, естественной философии, химии и минералогии в колледже Боудойн. Первое издание было напечатано в 1816 году, и исчерпывающее описание приводится в первом томе журнала. (1, 35, 308, 1818); второе издание последовало в 1822 году. В своем предисловии Кливленд приводит интересную дискуссию относительно двух противоположных европейских методов классификации минералов. Немецкая школа, возглавляемая Вернером, классифицировала минералы в соответствии с их внешними признаками, в то время как французская школа, следуя Хауи, делала акцент на "истинном составе". Кливленд отмечает, что "немецкая школа, по-видимому, больше всего отличается техническим и детально описательным языком, а французская - использованием точных и научных принципов в классификации или расположении минералов". Сам он пытался в определенной степени объединить эти два метода, основывая фундаментальные разделения на химическом составе и используя точное описание физических свойств, чтобы отличать похожие виды и разновидности друг от друга.

За минералогией Кливленда почти двадцать лет спустя последовал уже упомянутый "Трактат по минералогии" Чарльза У. Шепарда. Первая часть этой книги была опубликована в 1832 году. В нем содержался главным образом отчет о естественно-исторической классификации

минералов в соответствии с общим планом, принятым австрийским минералогом Моосом. Вторая часть книги, вышедшая в 1835 году, содержала описание отдельных видов, расположенное здесь в алфавитном порядке. Последующие издания вышли в 1844, 1852 и 1857 годах.

Джеймс Дуайт Дана окончил Йельский колледж в 1833 году в возрасте двадцати лет. Четыре года спустя (1837) он опубликовал “Систему минералогии” объемом в 580 страниц. Появление этой книги стало событием исключительной важности в развитии науки. Книга, конечно, во многом опиралась на предыдущие работы Хауи, Мооса, Науманна и других европейских минералогов, но ни в коем случае не была простой компиляцией из них. Дана, особенно в своем обсуждении математической кристаллографии, проявил много оригинального мышления. Он также доказал свою оригинальность, предложив и использовав сложную систему классификации по образцу тех, что уже используются в ботанике и зоологии. Позже он убедился в нежелательности этого метода классификации и полностью отказался от него в четвертом издании Системы, опубликованном в 1854 году, заменив его химической классификацией, которая в своих существенных чертах широко используется и сегодня. Система минералогии, начатая таким образом в 1837 году, продолжала оставаться стандартным справочником по данному предмету посредством последующих изданий. Появились следующие различные издания: I, 1837; II, 1844; III, 1850; IV, 1854; V, 1868; VI, 1892 (автор Эдвард С. Дана).

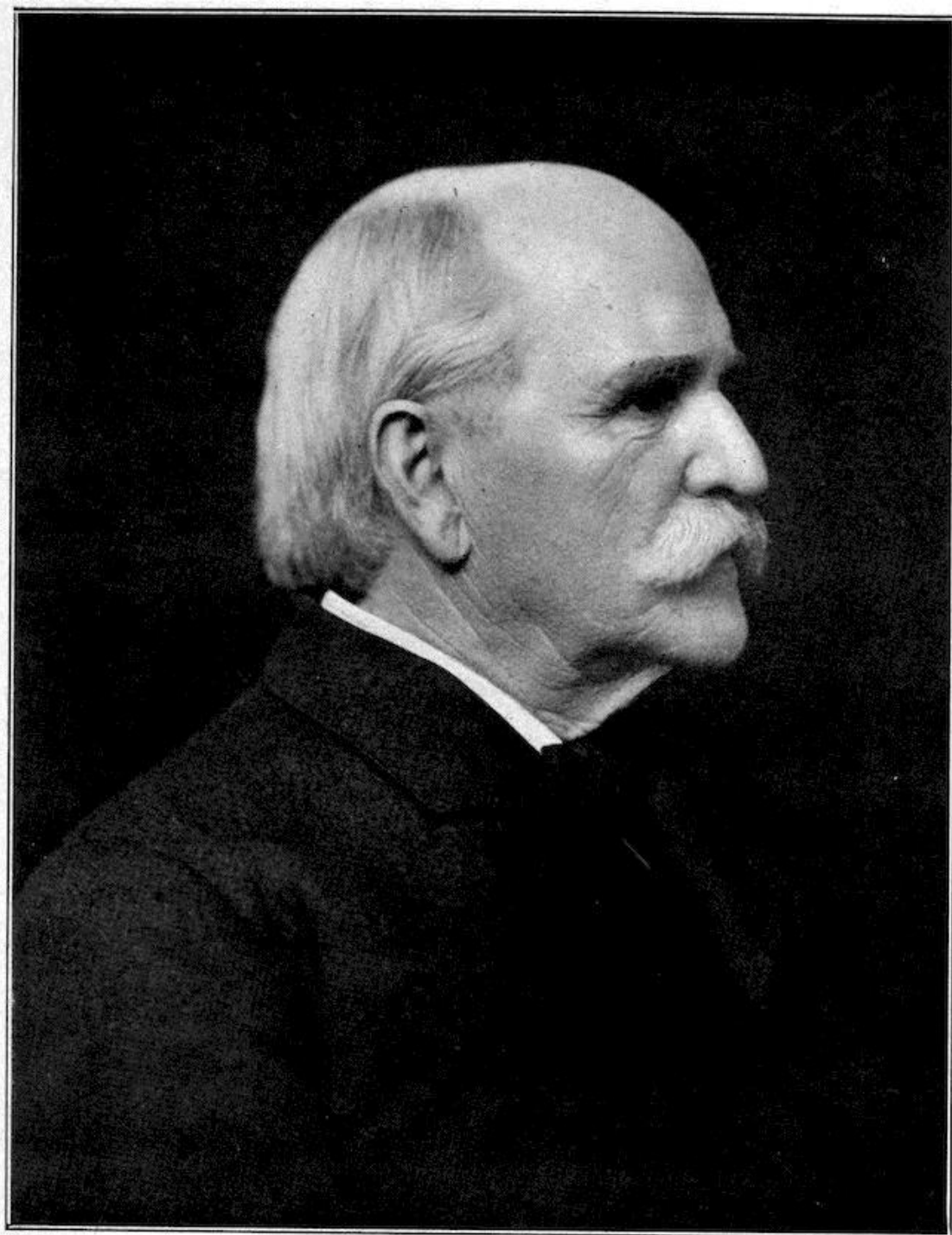
Дж. Д. Дана также внесла многочисленные минералогические статьи в первую серию томов журнала. Интересно отметить, что они в основном касаются более теоретических аспектов предмета, фактически они представляют собой практически единственные статьи такого характера, появившиеся в этот период. Среди рассматриваемых тем были кристаллографические символы, образование двойных кристаллов; псевдоморфизм, происхождение минералов в метаморфизованных известняках, происхождение серпентина, классификация минералов и т.д.

Тома Второй серии Журнала охватывали период с 1846 по 1870 год. Этот период характеризовался большой активностью в изучении химического состава минералов. Ряд квалифицированных химиков, в частности Дж. Лоуренс Смит, Джордж Дж. Браш и Фредерик А. Гентх, начали около 1850 года длинную серию химических исследований американских минералов. В очень немногих статьях за это время уделялось много внимания физическим свойствам обсуждаемых минералов, практически не предпринималось попыток описания оптических характеристик, и лишь изредка упоминались кристаллы минерала. Дж. Д. Дана был почти единственным автором, который постоянно стремился обнаружить фундаментальные характеристики и взаимосвязи в минералах. За эти годы он опубликовал много статей, которые были посвящены главным образом классификации и группировке минералов, сходству кристаллических форм различных видов, взаимосвязи между химическим составом и кристаллической формой, химическим формулам, номенклатуре минералов и т.д. Следующие названия дают представление о характере более важной серии его статей, относящихся к этой категории: Об изоморфизме и атомном объеме некоторых минералов (**9**, 220, 1850); различные заметки и статьи о гомеоморфизме минералов (**17**, 85, 86, 210, 430; **18**, 35, 131, 1854); о связи между кристаллической формой и химическим строением с некоторыми выводами из этого (**44**, 89, 252, 398, 1867).

В период с 1850 по 1870 год было предложено огромное количество новых названий минералов, большое количество из которых по-прежнему остаются хорошо узнаваемыми видами. Но существовала также тенденция, которая не исчезла полностью даже сейчас, основывать определение минерала на недостаточных доказательствах и предлагать новый вид, практически не обосновывая это. В этой связи будет интересна цитата из введения Дж. Д. Даны к 3-му дополнению к "Системе минералогии" (4-е издание), опубликованному в Журнале (22, стр. 246, 1856). Он говорит:

“Вызывает сожаление тот факт, что минеральные породы так часто находят, особенно в этой стране, без достаточного исследования и полного описания. Утверждение о том, что минерал, вероятно, имеет определенные составляющие, или определение состава в общих чертах без полного и детального анализа не отвечает справедливым требованиям минералогической науки, особенно когда отсутствуют кристаллографические признаки, которые могли бы послужить хорошей основой для определения вида. Мы имеем право требовать, чтобы те, кто дает названия видам, использовали все средства, доступные науке того времени, чтобы доказать, что этот вид является тем, которым будет владеть природа, ибо только они принадлежат науке, и если не было найдено достаточного количества материала для хорошего описания, то его недостаточно, чтобы санкционировать введение нового названия в науку. Публикация вымышленных видов, в какой бы области науки они ни находились, является продвижением не к истине, а в область заблуждений; и часто требуется много и продолжительного труда, прежде чем наука оправится от этих шагов назад”.

Дж. Лоуренс Смит родился в 1818 году и умер в 1883 году. Он был выпускником Университета Вирджинии и медицинского колледжа Чарльстона, а позже провел три года, обучаясь в Париже. Вскоре после завершения учебы он отправился в Турцию в качестве советника правительства этой страны в связи с выращиванием там хлопка. За это время он исследовал наждачные рудники Малой Азии и написал о них мемуары, которые позже были опубликованы Французской академией. Он работал профессором химии в Университете Вирджинии, а позже занимал ту же кафедру в Университете Иллинойса. Он опубликовал длинную серию статей о химическом составе минералов и метеоритов, а также о чисто химических предметах. Среди наиболее заметных его работ - “Мемуары об Эмери” (1850), серия статей о “Повторном изучении американских минералов” (1853), написанных в сотрудничестве с Джорджем Дж. Брашем, и его “Мемуары о метеоритах” (1855).



George J. Brash

Джордж Дж. Браш начал свою научную карьеру в тот момент, когда наука и научные методы исследования только начинали цениться в этой стране, и вскоре он стал одним из ведущих

пионеров этого движения. Хотя его полувековая активная служба была в основном занята административными обязанностями в связи с Научной школой Шеффилда, его интерес к минералогии никогда не ослабевал. Его статей по минералогии насчитывается около тридцати, все они были опубликованы в журнале. Они начались в 1849 году, еще до его окончания колледжа, и продолжались до тех пор, пока в 1883 году не появилась его последняя статья (в соавторстве с С. Л. Пенфилдом). Три из ранних работ были написаны совместно с Дж. Лоуренсом Смитом, как отмечалось выше. Эти работы впервые установили в этой стране стандарт тщательного и точного научного исследования полезных ископаемых. Позже в жизни он принимал активное участие в разработке замечательного месторождения полезных ископаемых в Бранчвилле, штат Коннектикут, и в сотрудничестве с Э. С. Даной опубликовал в журнале (1878-90) пять важных статей о его минералах. Эта местность, за исключением залежей цинка во Франклин-Фернис, штат Нью-Джерси, была самой замечательной из когда-либо обнаруженных в этой стране. Там было обнаружено около сорока различных видов минералов, из которых девять (в основном фосфаты) были новыми для науки. Безусловно, в нашей стране не было опубликовано другой серии описательных работ о минералогической местности равной важности.

Помимо публикации оригинальных статей, Браш проделал значительную редакторскую работу в связи с четвертым (1854) и пятым (1868) изданиями "Системы минералогии" и приложениями к ним. Его Руководство по детерминационной минералогии с серией определяющих таблиц, адаптированных на основе аналогичных таблиц фон Кобелла, было впервые опубликовано в 1874 году. Она была пересмотрена в 1878 году и позже переписана С. Л. Пенфилдом. Эта книга многое сделала для быстрого и точного определения видов минералов. На протяжении всей своей жизни Браш был увлеченным коллекционером минералов, создав замечательную коллекцию, которая теперь носит его имя. Возможно, однако, его самый важный вклад в развитие минералогии в Америке заключался скорее в его влиянии на своих многочисленных учеников. С его энтузиазмом к точным и кропотливым исследованиям он вдохновлял всех, кто соприкасался с ним, и его собственная область и наука в целом во многом обязаны этому влиянию.

Среди первых минералогов этой страны, которые занимались химическим анализом минералов, никто не проделал больше или лучше работы, чем Фредерик А. Гентх. Он родился в Германии в 1820 году и жил в этой стране до 1848 года, когда приехал в Соединенные Штаты и поселился в Филадельфии. Он учился в различных немецких университетах и работал под руководством некоторых из самых известных химиков того времени. Его минералогических работ насчитывается более семидесяти пяти, в подавляющем большинстве из которых дан химический анализ. Он опубликовал пятьдесят четыре статьи подряд, большая часть из которых появилась в журнале и была озаглавлена "Вклад в минералогию". В них он дал описания более двухсот различных минералов, большинство из которых сопровождалось анализами. Он описал более десятка новых и хорошо зарекомендовавших себя видов минералов. Его особенно интересовали более редкие элементы, и многие из его анализов касались минералов, содержащих их. Особенно интересной была его работа с теллуридами, разновидностями колорадоита, мелонита и калаверита, которые были впервые описаны им. О корунде было проведено долгое и важное исследование "Его изменения и сопутствующие минералы", опубликованное в "Трудах Американского философского общества" в 1873 году (13, 361). Доктор Гент умер в 1893 году.

Период с 1860 по 1875 год был не очень продуктивным в минералогических исследованиях. Первые десять томов Третьей серии журнала, охватывающей 1871-1876 годы, содержали минералогические статьи всего около пятнадцати разных авторов. Но с того времени объем выполняемой работы и количество следователей быстро росли. С этим увеличением активности произошли и решительные изменения в характере работы. Период между 1871 и 1895 годами можно охарактеризовать как период, в котором все различные аспекты исследования полезных ископаемых получили примерно одинаковое значение. В то время как химический состав минералов по-прежнему по праву занимал видное место, исследование кристаллографических и оптических характеристик и взаимосвязей, существующих между всеми тремя, происходило гораздо чаще. Эдвард С. Дана начал свою научную работу, опубликовав в 1872 году статью о кристаллах датолита, которая, вероятно, была первой американской статьей, полностью посвященной описанию кристаллографии минерала. Сэмюэл Л. Пенфилд начал свои важные исследования в 1877 году, и в этот период появились первые статьи Фрэнка У. Кларка. Первое издание Учебника минералогии Эдварда С. Даны с его важными главами по кристаллографии и оптической минералогии было опубликовано в 1877 году, а его "Пересмотренная система минералогии" (шестое издание) появилась в 1892 году.

Несомненно, выдающейся фигурой в американской минералогии того периода был Сэмюэл Л. Пенфилд. Он в необычной степени воплотил характеры, способствующие успеху в этой науке, поскольку немногие исследователи минералогии проявили, как это сделал он, равные способности во всех областях описательной минералогии. Он был опытным химиком и в высокой степени обладал изобретательностью в манипуляциях, столь необходимой великому аналитику. Он также был точным и находчивым кристаллографом и специалистом по оптической минералогии. О его вкладе в минералогическую науку можно частично судить по следующему краткому изложению его работы. Он опубликовал более восьмидесяти минералогических статей, практически все из которых были напечатаны в журнале. Они включали описания четырнадцати новых видов минералов, установление химического состава более чем двадцати других и кристаллизацию еще около дюжины. Путем серии блестящих исследований он установил изоморфизм между фтором и гидроксильным радикалом. Впервые он выдвинул теорию о том, что кристаллическая форма минерала обусловлена массовым действием присутствующей кислоты, а не оснований. Он также написал ряд статей о стереографической проекции и ее использовании в кристаллографических исследованиях, разработав серию транспортиров и шкал, позволяющих быстро и точно использовать эту проекцию при решении задач кристаллографии.

Пенфилд родился в 1856 году, окончил Шеффилдскую научную школу в 1877 году и сразу же стал ассистентом в химической лаборатории этого учреждения. В это время он вместе со своим коллегой Горацием Л. Уэллсом проводил анализ минералов из недавно открытой местности Бранчвилл. 1880 и 1881 годы он провел, изучая химию в Германии, а осенью 1881 года вернулся в Йель в качестве преподавателя минералогии. За исключением еще одного семестра в Европе в Гейдельберге, он продолжал работать преподавателем минералогии в научной школе Шеффилда до своей ранней смерти в 1906 году.

Трудно выбрать для упоминания имена других исследователей минералогии в этот период. Ближе к концу на страницах Журнала появилось очень много писателей, в томах с **41 50** Третьей серии насчитывается более пятидесяти разных имен. Многие из них все еще живы и продолжают активно заниматься научными исследованиями. Следует упомянуть Фрэнка У.

Кларка, который опубликовал много важных статей, касающихся химического состава силикатов. Особого внимания заслуживают его работы по группам слюды и цеолита. Работа В. Х. Хиллебранда, особенно в отношении его аналитических исследований минералов, содержащих более редкие элементы, имела большое значение. Следует помнить имя У. Э. Хиддена, потому что благодаря своему острому и проницательному взгляду и активному поиску новых месторождений полезных ископаемых он смог внести много дополнений в науку.

При просмотре индексов журнала тесная взаимосвязь минералогии с другими науками поразительно проявляется в том факте, что очень многие ученые, чьи конкретные области лежат в других направлениях, время от времени публиковали минералогические статьи. Часто молодой человек начинал с минералогических исследований, а затем определенно увлекался одним из этих смежных предметов. Люди, завоевавшие свою репутацию в химии, физике и во всех различных разделах геологии, даже в палеонтологии, все написали статьи явно минералогического характера. По этой причине число американских авторов, опубликовавших то, что можно назвать случайными статьями по минералогии, очень велико по сравнению с числом тех, кто продолжает подобные публикации на протяжении ряда лет.

О том, что тема метеоритов постоянно изучается американскими минералогами и петрографами, свидетельствует длинный список статей по ней, опубликованных в Журнале; поэтому здесь следует кратко остановиться на ней. Многие из этих статей короткие и носят общий описательный характер, но других, более полно раскрывающих химические, минералогические и физические детали, множество. Среди более ранних авторов на эту тему следует упомянуть Бенджамина Силлимана-младшего и К. У. Шепарда. Последний был первым, кто обнаружил в бишопвилльском метеорите новый минерал, который он назвал хладнитом. То же самое вещество впоследствии было обнаружено в земном отложении и было более точно описано Кенготтом под названием энстатит. Дж. Лоуренс Смит позже показал, что эти два вещества идентичны. Смит выполнил большой объем важных химических исследований метеоритов. Он был первым, кто отметил присутствие хлорида железа в метеоритном железе, минерал, впоследствии названный лоуренситом в его честь. Им также был впервые описан железохрониевый сульфид, добреелит. Другие имена, которые следует упомянуть в этой связи, - это имена А. В. Райта, изучавшего газообразные компоненты метеоритов, Г. Ф. Кунца, У. Э. Хиддена, А. Э. Фута и Х. А. Уорда, все из которых опубликовали многочисленные описания этих тел. Среди более недавних работников в этой области особого упоминания заслуживают имена Г. П. Меррилла и О. К. Фаррингтона.

Публикация Четвертой серии журнала началась в 1896 году. Хотя за прошедшие с тех пор годы было выполнено большое количество очень важной работы, история того периода свежа в памяти всех, и поскольку большинство активных работников все еще живы и продуктивны, вряд ли есть необходимость вдаваться в подробности, касающиеся этого. Двадцать лет назад некоторым минералам казалось, что науку можно считать почти завершенной. Все более распространенные минералы, несомненно, были открыты и исчерпывающе изучены. По-видимому, осталось малотого, что можно было бы добавить к нашим знаниям о них. По-прежнему регистрировались бы новые явления, наблюдались бы новые свойства кристаллов, и время от времени можно было бы перечислять новые и небольшие грани кристаллов, но несколько фактов большой важности казались неоткрытыми. Эта точка зрения не была полностью обоснована, поскольку постоянно выдвигались новые факты, представляющие интерес и важность, и количество находок новых минералов, по-видимому, не уменьшается с

годами. Работа исследователей Геологической службы Соединенных Штатов в этом направлении особенно примечательна.

Однако этот последний из наших периодов в основном отмечен практически новым развитием в направлении, которое можно охарактеризовать как экспериментальную минералогию. Были открыты новые способы изучения минералов. Важные, но до сих пор сбивающие с толку проблемы их происхождения, а также их отношения к окружающей среде и сопутствующим минералам были решены с помощью новых методов.

В этой новаторской работе наибольшее значение имела работа Геофизической лаборатории Института Карнеги в Вашингтоне. Эта лаборатория была основана в 1905 году, и под руководством Артура Л. Дзя был собран значительный корпус исследователей, и уже проделана замечательная работа. Хотя область исследований лаборатории шире, чем минералогия, включая многое из того, что относится к петрографии, вулканологии и т.д., все же большая часть проделанной работы может быть должным образом классифицирована как минералогическая по характеру и должна быть рассмотрена здесь. Однако из-за его большой ценности было сочтено, что следует дать авторитетный, хотя и обязательный, в существующих условиях, краткий отчет о нем. Краткое изложение объектов, методов и результатов исследований лаборатории было любезно подготовлено одним из ее сотрудников, доктором Р. Б. Сосманом, и приводится ниже.

В течение последних нескольких лет было открыто другое направление исследований, связанное с открытием влияния кристаллической структуры на рентгеновские лучи. Благодаря преломлению или отражению рентгеновского излучения посредством упорядоченного расположения частиц, образующих кристаллическую сетку, мы, по-видимому, сможем многое узнать о внутренней структуре кристаллов. И, отчасти благодаря этим открытиям, вероятно, в свою очередь, придет разгадка доселе неразрешимой тайны строения материи. Без сомнения, многочисленным фактам минералогии, собранным в течение прошлого столетия в результате кропотливых исследований большого числа ученых, суждено сыграть большую роль в решении этой проблемы. Кроме того, не кажется слишком смелым пророчеством предполагать, что придет время, когда станет возможным собрать все эти неорганизованные факты, которые мы знаем о минералах, в гармоничное целое и что тогда мы сможем сформулировать основополагающие принципы, от которых все они зависят. Это большие проблемы для будущего минералогических исследований.

IX РАБОТА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ВАШИНГТОНСКОГО ИНСТИТУТА КАРНЕГИ

Р. Б. СОСМАН

Существует три метода подхода к великой проблеме образования горных пород. Первый предполагает воспроизведение с помощью подходящих лабораторных экспериментов

некоторых наблюдаемых изменений в природных горных породах. Второй направлен на применение принципов физической химии к большому объему тщательно собранных статистических данных. Третий метод атаки подобен первому в том, что он является лабораторным методом, и подобен второму в стремлении применить существующие знания к ассоциации минералов, обнаруживаемых в горных породах, но по своей процедуре сильно отличается от обоих. Он заключается в объединении чистых материалов в измеримых условиях и, таким образом, в установлении строго количественными методами соотношений, в которых минералы могут сосуществовать при условиях температуры и давления, которые способны влиять на такие соотношения.

Именно этому третьему методу исследования проблем горных пород Геофизическая лаборатория была посвящена с момента своего основания в 1905 году. Оказалось вполне осуществимым провести количественные исследования соотношений между основными землеобразующими оксидами (кремнеземом, глиноземом, магнезией, известью, содой, поташем и оксидами железа) в очень широком диапазоне температур. Ресурсов физики оказалось достаточно для установления температуры с высокой степенью точности и измерения количества энергии, участвующей в различных реакциях. Химик смог получить материалы высокой степени чистоты и детально проследить химические взаимосвязи, существующие между землеобразующими оксидами. Петрографическая лаборатория была доступна для сравнения синтетических лабораторных продуктов с соответствующими природными минералами.

Также оказалось вполне осуществимым распространить те же методы исследования на некоторые из основных рудных минералов, таких как сульфиды меди. Другая информация, которая, несомненно, имеет первостепенную экономическую ценность, также была получена в результате тщательного изучения силикатов, которые являются основными материалами для огромного разнообразия отраслей промышленности, которые классифицируются под названием керамическая промышленность. Лучшим примером этого является легкость, с которой опыт и персонал лаборатории были адаптированы к решению очень важной проблемы производства достаточного количества оптического стекла для нужд Соединенных Штатов в нынешней войне.

Кроме того, в течение последних двух лет удалось показать, что образование горных пород, в которых летучие компоненты играют необходимую и определяющую роль, может быть полностью изучено в лаборатории с такой точностью, как если бы все компоненты были твердыми или жидкими.

Наряду с лабораторными работами по образованию минералов и горных пород все чаще проводятся полевые работы по изучению деятельности доступных вулканов, таких как Килауэа и Везувий, где можно наблюдать и изучать плавление и перекристаллизацию горных пород в больших масштабах.

Когда-то было время, когда уверенность лаборатории в способности физики и химии решать геологические проблемы разделяли не все геологи. Были некоторые, кто был склонен со значительной опаской рассматривать обширные разветвления и сложности естественного образования горных пород как проблему, не поддающуюся адекватному решению в лабораторных условиях. Поэтому все те, кто участвовал в этих усилиях, испытывают удовлетворение, видя, что свидетельства этого опасения постепенно исчезают по мере

продвижения работы. Тщательная оценка сегодняшней ситуации после десяти лет деятельности показывает тот факт, что ощутимые основания для беспокойства по поводу *доступности* проблем, с которыми мы столкнулись вначале, теперь по большей части рассеяны.

У нас не будет возможности подробно рассмотреть направления работы, описанные выше. Краткого описания синтетической работы по системам минеральных оксидов и параграфа об исследованиях вулканов, возможно, будет достаточно, чтобы указать общий план и цель работы лаборатории. Следует добавить, что результаты многих исследований лаборатории, подробно описанные ниже, были опубликованы на страницах журнала (см. **21**, 89, 1906 и более поздние тома).

Исследования полезных ископаемых.—Исследования полезных ископаемых включают:

I. *однокомпонентные системы*: кремнезем с его многочисленными полиморфными формами и их зависимостью от температуры и условий образования горных пород; оксид алюминия; магнезия; и известь.

II. *Двухкомпонентные системы*: кремнезем-оксид алюминия, включая силлиманит и родственные минералы; кремнезем-магнезия, включая тетраморфный метасиликат MgSiO_3 ; кремнезем-известь, включая волластонит; щелочные силикаты, особенно с учетом их равновесия с двуокисью углерода и водой; оксид железа-известь; оксид алюминия-известь; оксид алюминия-магнезия, включая шпинель; и гематит-магнетит, серия твердых растворов необычного типа.

III. *Трехкомпонентные системы*: диоксид кремния-оксид алюминия-магнезия, завершена, но еще не опубликована; диоксид кремния-оксид алюминия-известь, завершена, включая соединения, входящие в состав портландцемента; диоксид кремния-магнезия-известь, завершена, но еще не опубликована, включая, однако, опубликованные работы по системе диопсид-форстерит-диоксид кремния и по серии CaSiO_3 - MgSiO_3 ; и оксид алюминия-магнезия-известь.

IV. *Четыре компонента*: SiO_2 - Al_2O_3 - MgO - CaO : неполная система анортит-форстерит-кремнезем; SiO_2 - Al_2O_3 - CaO - Na_2O : серия известково-натровых полевых шпатов (альбит-анортит) и серия нефелит (карнегиит)-анортит; SiO_2 - Al_2O_3 - Na_2O - K_2O : натриево-калиевые нефелиты.

V. *Пять компонентов*: SiO_2 - Al_2O_3 - MgO - CaO - Na_2O : тройная система диопсид-анортит-альбит (гапло-базальтовые и гапло-диоритовые магмы).

Также были проведены довольно полные исследования минеральных сульфидов железа, меди, цинка, кадмия и ртути, и в настоящее время изучаются условия, контролирующие вторичное обогащение сульфидных медных руд. В связи с исследованиями сульфидов гидратированные оксиды железа были изучены химически и микроскопически, и результаты вскоре будут готовы к публикации.

На протяжении всей работы простое накопление массивов фактов считалось второстепенным по важности по сравнению с разработкой новых методов нападения и оценкой новых общих принципов, и конкретные изучаемые проблемы отбирались с этой точки зрения.

Исследования вулканов.—Областью работы лаборатории, представляющей как общий, так и петрологический интерес, является изучение действующих вулканов. Наблюдения и коллекции были сделаны на Килауэа, Везувии, Этне, Стромболи, вулкане и (благодаря любезности директоров Национального географического общества) Катмае на Аляске. Все исследования подчеркивают огромную важность газов в вулканизме. Активные газы включают водород и водяной пар, монооксид углерода и двуокись углерода, серу и ее оксиды, а также множество других соединений, имеющих меньшее значение. Кратер Килауэа оказывается действующей газовой печью, в которой между газами непрерывно происходят реакции, часто приводящие к тому, что лавовый бассейн на поверхности становится более горячим, чем на некоторой глубине. Эти реакции изучаются в лаборатории на смесях чистых составляющих газов в известных пропорциях, чтобы заложить основу для точной интерпретации и прогнозирования газов, которые на самом деле собираются из самих вулканов.

Х ПРОГРЕСС ХИМИИ За ПОСЛЕДНИЕ СТО ЛЕТ

ГОРАЦИЯ Л. Уэллса и Гарри У. ФУТА

Введение.

Когда мы оглядываемся назад, на время основания журнала в 1818 году, мы видим, что химическая наука недавно достигла больших успехов. То, что ученые тех дней были под большим впечатлением от того, что было достигнуто, хорошо видно из следующего заявления, сделанного в одном из первых номеров журнала (3, 330, 1821) его основателем в рецензии на книгу Горэма "Элементы химической науки". Он говорит: "Нынешний период отличается удивительной умственной активностью; его действительно можно было бы назвать интеллектуальной эпохой мира. Никогда прежде ум человека не был направлен одновременно на столь многочисленные и столь полезные исследования".

Недавно произошла весьма примечательная революция в химических представлениях. Вскоре после открытия кислорода Пристли в 1774 году и последующего открытия Кавендиша о том, что вода образуется при сгорании водорода и кислорода, Лавуазье объяснил горение в целом как окисление, тем самым опровергнув любопытную старую теорию флогистона, которая преобладала в качестве основы химической философии почти столетие.

Таким образом, началась эра современной химии, и дополнительные взгляды на то, что материя неразрушима и что химические соединения имеют постоянный состав, были общеприняты в начале девятнадцатого века.

Далтон объявил о своей атомной теории в 1802 году, основав ее в значительной степени на законе множественных пропорций, который он открыл ранее, и он начал выражать формулы соединений в терминах атомных символов.

В 1808 году Гей-Люссак открыл свой закон соединения газов в простых пропорциях,^[153] закон первостепенной важности в связи с атомной теорией, но ни он, ни Дальтон не видели этой теоретической связи. Однако Авогадро понял это и в 1811 году пришел к важному выводу, что все газы и пары имеют равное количество молекул в равных объемах при одинаковой температуре и давлении.

Дэви в 1807 году выделил щелочные металлы, натрий и калий, с помощью электролиза, тем самым практически опровергнув мнение о том, что некоторые землистые вещества могут быть элементарными; а примерно четыре года спустя он продемонстрировал, что хлор является элементом, а не оксидом, как предполагалось ранее, опровергнув таким образом точку зрения Лавуазье о том, что кислород является характерной составляющей всех кислот.

В то время, когда начинается наш исторический период, атомная теория была принята в целом, но в несколько неопределенной форме, поскольку принципу Авогадро уделялось мало внимания и поскольку Дальтон использовал только принцип наибольшей простоты при написании формул соединений, рассматривая воду, например, как HO и аммиак NH . Однако в то время Берцелиус в течение десяти или пятнадцати лет отдавал огромную энергию задаче определения атомных весов почти всех известных в то время элементов путем анализа их соединений. Он подтвердил закон множественных пропорций, принял атомную теорию и использовал принцип Авогадро, и по интересному совпадению его первая таблица атомных весов была опубликована в 1818 году.

Интересный отчет о взглядах на химию, существовавших примерно в то время, был опубликован в журнале Денисоном Олмстедом (**11**, 349, 1826; **12**, 1, 1827), который недавно стал профессором естественной философии в Йельском колледже.

Самыми выдающимися европейскими химиками того времени были Берцелиус из Швеции, Дэви из Англии и Гей-Люссак из Франции, и можно упомянуть любопытное обстоятельство, что все трое, а также Бенджамин Силлиман, основатель Журнала, родились в течение восьми месяцев в 1778-1779 годах.

В этой стране Роберт Хэйр из Филадельфии и Бенджамин Силлиман, несомненно, были самыми выдающимися химиками тех дней. Хэйр наиболее известен своим изобретением составной паяльной трубки, но его вклад в журнал был очень многочисленным, начиная почти с первого тома и продолжаясь более тридцати лет. Одним из первых таких материалов была весьма энергичная, но вполне заслуженная атака на доктора Кларка из Кембриджа, Англия, который скопировал его изобретение, не воздав ему должного почестей. Он начинает (**2**, 281, 1820) словами: “Доктор Кларк опубликовал книгу о газовой паяльной трубке, в которой он заявляет об искреннем желании воздать каждому должное. То, что поведение любого автора вряд ли могло бы более диссонировать с этими профессиями, я обещаю доказать на следующих страницах”.

Хэйр также изобрел гальваническую батарею, которую он назвал “дефлагратором”, состоящую из большого количества отдельных элементов, расположенных последовательно. Таким образом, используя угольные электроды, он смог добиться более высокой температуры, чем с помощью своей кислородно-водородной паяльной трубки. Он был первым, кто применил гальваническое зажигание для дробеструйной обработки (**21**, 139, 1832), и он впервые осуществил электролиз с использованием ртути в качестве катода (**37**, 267, 1839). Таким способом он получал металлический кальций и другие металлы из растворов их хлоридов, а

примененный им принцип в последнее время использовался в качестве основы очень важного процесса производства едкого калия и соды.

Силлиман, который стал близким другом Хэйра во время двух периодов изучения химии у Вудхауза в Филадельфии в 1802-1804 годах и который вскоре после этого провел четырнадцать месяцев в качестве студента за границей, главным образом в Англии и Шотландии, проявлял широкий интерес к науке и уделял много внимания геологии, а также химии. Несмотря на этот разделенный интерес и свою работу преподавателя, научно-популярного лектора и редактора, он находил время для удивительного количества оригинальных химических работ. Например, используя дефлагратор Хэйра, он показал, что углерод улетучивается при электрической дуге (5, 108, 1822); он был первым в этой стране, кто приготовил плавиковую кислоту (6, 354, 1823), и он первым обнаружил бром в одном из наших природных рассолов (18, 142, 1830).

Атомные веса.

Как только атомная теория была принята, относительные веса атомов стали вопросом жизненно важной важности в связи с формулами и химическими расчетами. Развивая свою теорию, Дальтон произвел несколько очень приблизительных определений атомного веса, и уже упоминалось, что Берцелиус в то время, когда начинается наш исторический период, был занят грандиозной задачей точного определения этих констант почти для всех известных элементов. Записано, что за свою карьеру он количественно проанализировал не менее двух тысяч соединений в связи с этой работой. Его таблица 1818 года оказалась удивительно точной для того пионерского периода, и это свидетельствует о его замечательном мастерстве аналитика.

Следует отметить, что Берцелиус в этой ранней таблице использовал принцип Авогадро в связи с элементами, образующими газообразные соединения, и таким образом получал правильные формулы и атомные веса в таких случаях, но что во многих случаях его атомные веса и принятые в настоящее время имеют отношение простых кратных друг к другу, потому что у него тогда не было средств для определения формул многих соединений, кроме правила предполагаемой простоты. Например, два окиси железа, которые сейчас считаются FeO и Fe_2O_3 he regarded as FeO_2 and FeO_3 , зная при этом, что соотношение кислорода в них было 2 к 3, и полагая, что простейший взгляд на дело - это один атом железа в каждом, так что, как следствие этих формул, атомный вес железа тогда считался практически в два раза больше по отношению к кислороду, чем в настоящее время. В

Эти старые атомные веса Берцелиуса, использованные с соответствующими формулами, были так же удобны для расчета составов и аналитических коэффициентов, как если бы были выбраны правильные кратные значения. С течением времени истинные кратные значения были постепенно найдены на основе учета атомных теплот, изоморфизма, плотностей паров, периодического закона и так далее, и в химические формулы были внесены соответствующие изменения.

Берцелиус использовал 100 частей кислорода в качестве основы для определения своего атомного веса, и этой практике обычно следовали в течение нескольких десятилетий. Дальтон, однако, первоначально использовал водород как единицу в качестве основы, и этот план, наконец, стал использоваться повсеместно, поскольку он казался более логичным и удобным, потому что водород имеет наименьший атомный вес, а также потому, что атомные веса ряда

распространенных элементов, по-видимому, были точно кратны атомным весам водорода, что давало более простые числа для использования в расчетах.

В течение нескольких лет были внесены небольшие изменения в результате использования кислорода ровно в 16 раз в качестве основы, что дает водороду значение $1 \cdot 008$.

Еще в 1815 году английский врач Праут выдвинул точку зрения, что водород является изначальной субстанцией всех элементов и, следовательно, что все атомные веса в точности кратны атомному весу водорода. Эта гипотеза послужила одним из стимулов к исследованиям атомных весов, поскольку было обнаружено, что эти константы в случаях значительного числа элементов очень близки к целым числам, когда в пересчете на водород они равны единице, или даже еще ближе, когда в пересчете на кислород они равны 16.

С нашими нынешними знаниями гипотезу Праута можно рассматривать как опровергнутую почти для всех элементов, атомные веса которых были точно определены, но близкое или даже точное соответствие с ней в нескольких случаях все же заслуживает рассмотрения. В журнале есть интересное письмо Берцелиуса Б. Силлиману-младшему (**48**, 369, 1845), в котором Берцелиус считает теорию полностью опровергнутой.

Долгое время полностью полагались на атомные веса, полученные Берцелиусом, но было замечено, что расчет содержания углерода из двуокиси углерода, по-видимому, дает высокие результаты в определенных случаях, так что возникли сомнения относительно точности работы Берцелиуса. Следовательно, в 1840 году Дюма с помощью своего ученика Стаса произвел новое определение атомного веса углерода и обнаружил, что число, полученное Берцелиусом, $12 \cdot 12$, было немного завышено. Впоследствии Дюма определил более двадцати других атомных весов, но этот огромный объем работы не привел к какому-либо значительному улучшению, поскольку, по-видимому, Дюма не сильно превзошел Берцелиуса в точности и что последний допустил одну из своих наиболее заметных ошибок в связи с углеродом.

Вскоре после оказания помощи Дюма в работе над углеродом Стас приступил к своим очень обширным и точным независимым исследованиям, которые привели к публикации в 1867 году книги с описанием его работы. Стас внес много улучшений в методы, применяя большую осторожность при очистке используемых веществ, и особенно за счет использования большого количества материала при определении, что позволило уменьшить пропорциональные ошибки при взвешивании. Его результаты, касавшиеся большинства распространенных элементов, были приняты химиками всего мира с большим доверием.

Стас пришел к выводу, что у гипотезы Праута не может быть реального основания, поскольку многие из его атомных весов отличались от целых чисел, и это мнение было общепринятым.

Первым точным определением атомного веса, опубликованным в журнале, было определение Маллеттом лития (**22**, 349, 1856; **28**, 349, 1859), показавшее результат, почти идентичный принятому в настоящее время. Определение Джонсоном и Алленом (**35**, 94, 1863) редкого элемента цезия было проведено с необычайной точностью. Ли, работая с Уолкоттом Гиббсом, провел хорошие определения никеля и кобальта (**2**, 44, 1871). Работа Кука по сурьме (**15**, 41, 107, 1878) была превосходной.

Что касается более поздних работ, опубликованных не в журнале, а в другом месте, следует обратить особое внимание на исследования, которые проводились Ричардсом и его коллегами

из Гарвардского университета в течение последних двадцати пяти лет. Ричардс продемонстрировал виртуозные способности в выборе методов и в предотвращении ошибок. Его результаты продемонстрировали такое изумительное соответствие между повторными определениями с помощью одних и тех же и различных процессов, что внушают величайшее доверие. Его работа была очень обширной, и это большая заслуга нашей страны в том, что эта работа по атомному весу, настолько превосходящая все, что было сделано ранее, проводится здесь.

Следует упомянуть, что в течение ряда лет решение относительно атомных весов, которые должны быть приняты, находилось в руках Международного комитета, председателем которого был наш соотечественник Ф. У. Кларк. В связи с этой позицией и ранее Кларк оказал ценную услугу в повторном расчете и обобщении определений атомного веса.

Аналитическая химия.

Анализ имеет такое фундаментальное значение почти во всех других областях химических исследований, что его развитие имело первостепенное значение в связи с развитием науки. Таким образом, он получил сравнительно раннее развитие, и сто лет назад он находился в состоянии расцвета, особенно в том, что касается неорганического качественного и гравиметрического анализа. Нет никаких сомнений в том, что Берцелиус, чьи определения атомного веса уже упоминались, превзошел всех других аналитиков того времени по объему, разнообразию и точности своей гравиметрической работы. Он прожил три десятилетия нашего периода, до 1848 года.

В течение последнего столетия в неорганическом анализе наблюдался постоянный прогресс благодаря усовершенствованным методам, более совершенному аппарату и накопленному опыту. Превосходная работа по этому предмету была опубликована Х. Роузом, учеником Берцелиуса, и методы последнего, таким образом, стали доступны со многими улучшениями и дополнениями автора и других авторов. Фрезениус, родившийся в 1818 году, внес большой вклад в создание лаборатории, в которой преподавание аналитической химии стало специализацией, в написание учебников по этому предмету и в основание в 1862 году “Zeitschrift für analytische Chemie”, которая продолжается до настоящего времени.

Помимо Берцелиуса, который первым показал, что минералы представляют собой определенные химические соединения, в Европе было много выдающихся аналитиков минералов, среди которых можно упомянуть Раммельсберга и Бунзена, но ближе к концу девятнадцатого века наступило время, когда внимание химиков, особенно в Германии, было настолько поглощено органической химией, что анализ минералов там чуть не стал утраченным искусством. Именно в тот период английский минералог, посетивший Нью-Хейвен и высоко оценивший анализ минералов, проводимый в Йельском университете, выразил сожаление по поводу того, что, по-видимому, ни в Англии, ни в Германии нет никого, кто мог бы анализировать минералы.

Лучшая аналитическая работа, проделанная в этой стране в начале нашего периода, была связана главным образом с анализом полезных ископаемых, и значительная ее часть была опубликована в журнале. Генри Сейберт из Филадельфии, в частности, проявил недюжинное мастерство в этом направлении и опубликовал многочисленные анализы силикатов и других минералов, начиная с 1822 года. Именно он первым обнаружил борную кислоту в турмалине (6,

155, 1822) и бериллий в хризоберилле (8, 105, 1824). Его методы анализа силикатов были очень похожи на те, что используются в настоящее время.

Дж. Лоуренс Смит в 1853 году описал свой метод определения щелочей в минералах (16, 53), метод, который в его окончательной форме (1, 269, 1871) является лучшим из когда-либо разработанных для этой цели. Он также описал (15, 94, 1853) очень полезный метод, до сих пор широко используемый в аналитической работе, для разрушения солей аммония с помощью царской водки. Кэри Ли (42, 109, 1866) описал хорошо известный тест на йодиды с помощью дихромата калия. Ф. У. Кларк (49, 48, 1870) показал, что сурьма и мышьяк могут быть количественно отделены от олова осаждением сульфидов в присутствии щавелевой кислоты. В 1864 году Уолкотт Гиббс (37, 346) начал важную серию аналитических заметок Научной школы Лоуренса, и позже он разработал множество сложных аналитических проблем, особенно в связи со своими обширными исследованиями сложных неорганических кислот.

Начиная с 1850 года Браш и его ученики провели множество важных исследований минералов, а с 1877 года Пенфилд (13, 425), начав с анализа нового минерала из Бранчвилла, Коннектикут, описанного Брашем и Э. С. Даной, проявил замечательное мастерство и усердие в такого рода работе. Обоим авторам этой статьи посчастливилось быть связанными с Пенфилдом в некоторых его исследованиях минералов, и один из нас начал, как и он, с работы в Бранчвилле. Вероятно, справедливо будет сказать, что Пенфилд выполнил самую точную работу в области анализа минералов, которая когда-либо была выполнена, и что он был столь же успешен в кристаллографии и других физических разделах минералогии.

Все упомянутые американские аналитические исследования были опубликованы в Журнале, за исключением части работы Гиббса. Здесь можно было бы упомянуть многих других американских специалистов по анализу полезных ископаемых, но будет упомянута только превосходная работа ряда химиков Геологической службы Соединенных Штатов. Среди них Хиллебранд заслуживает особой похвалы за масштабность своих исследований и за тщательные изыскания по совершенствованию методов анализа горных пород.

Нашей собственной профессорше Гучу следует отдать особую похвалу за очень большое количество аналитических методов, которые были разработаны или критически изучены им и его студентами, а также за превосходное качество этой работы. Публикации в журнале его лаборатории начались в 1890 году (39, 188), и о необычайном масштабе этой работы свидетельствует тот факт, что трехсотая статья из Кентской лаборатории появилась в мае 1918 года. Эти очень многочисленные и важные исследования имели большую научную и практическую ценность, и они составляли яркую особенность журнала на протяжении почти 30 лет. В 1912 году Гуч опубликовал свои "Методы химического анализа", книгу объемом более 500 страниц, в которой кратко была представлена работа Кентской химической лаборатории до того времени. Среди многих сотрудников, которые помогали в этих исследованиях, особенно выделяются П. Э. Браунинг, В. А. Друшель, Ф. С. Хейвенс, Д. А. Крейдер, К. А. Питерс, И. К. Фелпс и Р. Г. Ван Наме. Помимо многих других полезных устройств, Гуч изобрел перфорированный фильтрующий тигель, и благодаря этому его имя стало повседневно использоваться во всех химических лабораториях.

Метод объемного анализа был основан Гей-Люссаком, который описал метод хлориметрии в 1824 году, метод алкалометрии в 1828 году и метод определения серебра и хлоридов в 1832 году. Маргарита изобрела титрование перманганатом калия в 1846 году, в то время как Бунзен,

недалеко от того же времени, ввел использование растворов йода и диоксида серы с целью определения многих окислений и восстановлений. Мору мы обязаны некоторыми усовершенствованиями аппарата и немецким учебником по этому предмету, в то время как Саттон написал превосходную английскую работу по объемному анализу, вышедшую многими изданиями.

Хотя объемный анализ начали использовать менее ста лет назад, его применение постепенно расширилось до очень большой степени, и он не только чрезвычайно важен в исследованиях в области чистой химии, но и особенно широко используется в технических лабораториях, где требуется большое количество экспресс-анализов.

В Соединенных Штатах было разработано или усовершенствовано немало объемных методов, но здесь упомянут только важный метод Кука для определения двухвалентного железа в нерастворимых силикатах, опубликованный в журнале (44, 347, 1867); метод Пенфилда для определения фтора в 1878 году; и более поздний общий метод титрования йодатом в крепких растворах соляной кислоты, разработанный Л. У. Эндрюсом, ряд применений которого был разработан в Шеффилдской лаборатории.

Значительный объем работы с газами был проделан Пристли, Шееле, Кавендишем, Лавуазье, Дальтоном, Гей-Люссаком и другими до начала нашего столетнего периода. Кавендиш примерно в 1780 году с поразительной точностью проанализировал атмосферный воздух и даже выделил из него аргон и задался вопросом, что это такое, а позже Гей-Люссак проявил большое мастерство в изучении газовых реакций. В течение нашего периода газовый анализ получил дальнейшее развитие у многих химиков. Бунзен, в частности, довел это искусство до высокой степени совершенства в течение длительного периода, начавшегося примерно в 1838 году, последнее издание его “Методов газового анализа” было опубликовано в 1877 году.

Важные устройства для упрощения газового анализа с целью его более удобного использования в технических целях были внедрены компанией Orsat во Франции и фирмами Winkler, Hempel и Bunte в Германии.

Похоже, что наш соотечественник Морли превзошел всех остальных в точной работе с газами в связи с его определениями суммарных весов и объемов водорода и кислорода примерно в 1891 году. Некоторые из его публикаций появились в Журнале (30, 140, 1885; 41, 220, 1891; и другие).

Электролитический анализ, включающий осаждение металлов или иногда оксидов, обычно на платиновый электрод, был введен в употребление в 1865 году Уолкоттом Гиббсом в статье, опубликованной в журнале (39, 58, 1865). Там он описал электролитическое осаждение меди и никеля методами, которые используются до сих пор. Применение процесса было распространено на ряд других металлов, и он широко использовался, особенно в технических анализах. Важные исследования и превосходные книги по этому предмету были опубликованы Эдгаром Ф. Смитом из Пенсильванского университета, а полезное усовершенствование - вращающийся катод - было разработано Гучом и описано в журнале (15, 320, 1903).

Общая неорганическая химия.

Химические символы. — Именно Берцелиусу мы обязаны нашими символами для атомов, производными обычно от их латинских названий, таких как C для углерода, Na для натрия, Cl для хлора, Fe для железа, Ag для серебра и Au для золота. Ему мы обязаны также

использованием маленьких цифр для обозначения числа атомов в формуле, например, N_2O_5 . Это было заметным улучшением по сравнению с иероглифическими символами, предложенными Далтоном, которые были проставлены столько раз, сколько атомов должно было встречаться в формулах, образуя группы любопытного вида, но в некоторых отношениях мало чем отличающиеся от некоторых наших современных разработанных формул. Преимуществами символов Берцелиуса были их простота, разборчивость и тот факт, что их можно было печатать без использования специального шрифта. Это правда, что в более поздний период Берцелиус использовал определенные символы с пересекающимися их горизонтальными линиями для обозначения двойных атомов, и что это создавало некоторые трудности при печати. Следует также упомянуть, что Берцелиус в свое время предпринял попытку упростить формулы, поставив точки над другими символами, обозначающими кислород, и запятые, обозначающие атомы серы. Примерами этого являются:

$\text{Cas}\square$ - сульфат кальция; Fe - дисульфид железа

Какое-то время эта форма обозначения довольно широко использовалась, особенно минералогами, но позже от нее полностью отказались.

Интересно отметить, что Дальтон, доживший до 1844 года и достигший 78-летнего возраста, отличался от других химиков тем, что отказывался принимать буквенные обозначения Берцелиуса. В письме, написанном Грэму в 1837 году, он сказал: “Символы Берцелиуса ужасают. Молодой студент-химик мог бы скорее выучить иврит, чем познакомиться с ними. Они выглядят как хаос атомов ... и в равной степени ставят в тупик адептов науки, обескураживают изучающего, а также затуманивают красоту и простоту атомной теории”.

Это убедительно выраженное мнение, очевидно, было окрашено чувством собственного достоинства, но нет сомнений в том, что Дальтон был искренен, полагая, что атомы лучше всего представлены его круглыми символами, потому что, как хорошо известно, он считал, что все атомы имеют сферическую форму, а очевидно, что круги дают правильное изображение сферических объектов. В настоящее время достигается некоторое понимание структуры атомов, и представляется возможным, что придет время, когда можно будет составить картины их внешнего вида, которые не будут полностью воображаемыми.

Изменения в формулах.—Еще до 1826 года Берцелиус проявил большое мастерство в получении многих формул, которые согласуются с нашими нынешними, например, H_2O для воды, $ZnCl_2$ для хлорида цинка, N_2O_5 для азотной кислоты (ангидрида), CaO для оксида кальция, CO и CO_2 для оксидов углерода и многих других. Но в тот же период другие авторитеты, особенно Гей-Люссак во Франции и Гмелин в Германии, из-за недостаточного понимания принципа Авогадро и по другим причинам, таким как использование символов для обозначения комбинационных весов, а не атомов, использовали разные формулы для некоторых из этих соединений, таких как HO , $ZnCl$ и NO_5 , так что их формулы для многих соединений водорода, хлора, азота и ряда других элементов отличались от формул Берцелиуса. Использование различных формул предполагало использование различных атомных или комбинированных весов. Например, при использовании формулы H_2O для воды композиция по массе требует соотношения 1 к 16 для весов атомов водорода и кислорода, в то время как при использовании HO соотношение составляет 1 к 8.

Берцелиус попытался добиться большего единообразия в формулах и атомных весах, внося изменения в свою таблицу атомных весов, опубликованную в 1826 году. Он практически удвоил относительные атомные веса водорода, хлора, азота и других элементов, которые давали в его формулах вдвое больше атомов, чем в формулах других, и в то же время он написал символы этих элементов чертой поперек них, чтобы указать, что они представляют двойные атомы. Например, он написал:



вместо



Это, по-видимому, было неудачной уступкой взглядам других со стороны Берцелиуса, поскольку символы с зарешеченными элементами не были широко приняты, отчасти из-за трудностей печати, и сделанное им большое теоретическое достижение было упущено из виду на длительный период времени.

Закон атомной теплоты.—В 1819 году Дюлон и Пети из Франции на основе экспериментов с удельными теплотами ряда твердых элементарных веществ пришли к выводу, что атомы простых веществ обладают равной теплоемкостью, или, другими словами, что удельные теплоты элементов, умноженные на их атомные веса, дают константу, называемую атомной теплотой. Например, удельные теплоты серы, железа и золота были заданы как 0·2026, 0·110 и 0·0324, в то время как их атомные веса равны примерно 32, 56 и 197 соответственно; следовательно, атомные теплоты, полученные путем умножения, равны 6·483, 6·116 и 6·383.

Дальнейшие исследования показали, что атомные теплоты значительно различаются. Значения углерода, бора, бериллия и кремния очень низкие при обычных температурах, хотя при более высоких температурах они увеличиваются и приближаются к обычным значениям. Однако более поздние работы показали, что удельные теплоты других элементов сильно меняются в зависимости от температуры, почти исчезая при температуре жидкого водорода и, следовательно, возможно, полностью исчезая при абсолютном нуле, где электрическое сопротивление металлов, по-видимому, также исчезает.

Было обнаружено, что большинство твердых элементов при температурах, близких к обычным, выделяют атомную теплоту, равную приблизительно 6·4. Берцелиус применил этот закон при определении ряда атомных весов, и его важность для этой цели до сих пор признается.

Здесь можно упомянуть, что два известных сотрудника Йельского университета, У. О. Микстер и Э. С. Дана, будучи студентами в лаборатории Бунзена в Гейдельберге в 1873 году, определили удельные температуры бора, кремния и циркония. Это было первое определение этой константы для циркония, и, следовательно, оно имело важное значение для установления атомного веса этого элемента.

Изоморфизм и полиморфизм.—Мичерлих в 1818 году заметил, что некоторые фосфаты и арсенаты имеют одинаковую кристаллическую форму, и впоследствии он пришел к выводу, что идентичность формы указывает на сходство состава в связи с количеством атомов и их расположением. Этот закон изоморфизма оказал большую помощь в установлении правильных формул и, следовательно, атомных весов. Например, поскольку карбонаты бария, стронция и

свинца кристаллизуются в одной и той же форме, оксиды этих металлов должны иметь аналогичные формулы. Исходя из таких соображений, Берцелиус смог внести несколько улучшений в свою таблицу атомного веса 1826 года.

Мичерлих был первым, кто наблюдал две формы кристаллов серы, и из этого и других случаев диморфизма или полиморфизма стало очевидно, что аналогичные соединения не обязательно всегда были изоморфными, обстоятельство, которое в некоторой степени ограничивало применение закона.

Помимо своего применения для определения аналогичных формул, закон изоморфизма нашел большое практическое применение для понимания и упрощения формул минералов, поскольку эти природные кристаллы очень часто содержат несколько изоморфных соединений в различных пропорциях, и понимание этой, как ее называют, “изоморфной замены” позволяет вывести для них простые общие формулы.

В некоторых случаях изоморфизм в большей или меньшей степени имеет место между веществами, которые не являются химически сходными, и это приводит к различиям в составе, которые иногда вызывают путаницу. Например, минерал пирротин имеет состав, который обычно варьируется между Fe_7S_8 и $\text{Fe}_{11}\text{S}_{12}$, и ему присвоены обе эти формулы. Недавно Аллен, Креншоу и Джонстон показали в журнале (**33**, 169, 1912), что это тот случай, когда соединение FeS способно изоморфно поглощать различные количества серы.

Идея твердого раствора была выдвинута Ван'т Хоффом для объяснения кристаллизации смесей, включая случаи очевидного изоморфизма. Эта точка зрения получила широкое признание, и она оказалась особенно полезной в случаях, когда изоморфизм не очевиден. Было обнаружено, что твердое растворение между металлами является чрезвычайно распространенным явлением, многие сплавы имеют такой характер. Случай такого рода наблюдал Кук и описал в Журнале (**20**, 222, 1855). Он приготовил два хорошо кристаллизованных соединения цинка и сурьмы, которым дал формулы Zn_3Sb и Zn_2Sb , но он заметил, что можно получить превосходные кристаллы каждого из них, которые в значительной степени отличались по составу от этих формул. Поскольку два соединения отличались по своим формулам и кристаллическим формам, Кук предположил, что изоморфизм невозможен, и пришел к выводу, “что это происходит из-за фактического нарушения закона определенных пропорций, вызванного влиянием массы”. Теперь мы должны рассматривать это как случай твердого раствора.

Недостаток уверенности в Принципах Авогадро.— Одной из причин, по которой химики так медленно приходили к правильным атомным весам и формулам, была частичная потеря доверия к принципу Авогадро. Примерно в 1826 году молодой французский химик Дюма разработал превосходный метод определения плотности паров при высоких температурах, и его результаты и результаты других ученых показали некоторые расхождения в ожидаемых плотностях. Например, было обнаружено, что плотность паров серы примерно в три раза выше, чем у фосфора в два раза выше, чем у паров ртути, а плотность паров хлорида аммония лишь наполовину достаточна, чтобы соответствовать значениям, ожидаемым на основании аналогии и других соображений. Таким образом, один объем кислорода с двумя объемами водорода образуют два объема пара, но было обнаружено, что только одна треть объема паров серы соединяется с двумя объемами водорода с образованием двух объемов сероводорода. Берцелиус ясно видел, что результаты указывают на существование таких молекул, как S_6 , P_4 и Hg_1 , но в те дни не было принято во внимание, что правило Авогадро фундаментально надежно,

и сам Берцелиус, похоже, потерял уверенность в нем из-за этих сложностей, поскольку он не применял принцип Авогадро к решениям об атомных весах, за исключением случаев веществ, газообразных при обычных температурах.

Электрохимические теории.— Николсон и Карлайл в 1800 году сделали наблюдение, что вода разлагается на составляющие ее газы под действием электрического тока. Затем, в 1803 году, Берцелиус и Хизингер обнаружили, что соли разлагаются на основания и кислоты тем же способом, а в 1807 году Дэви впоследствии выделил калий, натрий и другие металлы путем аналогичного разложения. С тех давних времен огромное внимание уделялось связи электричества с химическими изменениями, связи, которая, очевидно, имеет большое значение из-за того факта, что в то время как электрические токи разлагают химические соединения, эти токи, с другой стороны, образуются в результате химических реакций.

Берцелиус был особенно выдающимся специалистом в этом направлении, и в 1819 году он опубликовал сложную электрохимическую теорию. Он считал, что атомы электрически поляризованы и что это является причиной их соединения друг с другом. Он распространил эту идею на группы атомов, особенно на оксиды, и рассматривал эти группы как положительные или отрицательные в зависимости от избытка положительного или отрицательного электричества, получаемого от составляющих их атомов и остающегося свободным. Таким образом, он пришел к своей дуалистической теории химических соединений, которая приобрела большую известность и долгое время господствовала в химической теории. Согласно этой идее, каждое соединение должно было состоять из положительного и отрицательного атома или группы атомов. Например, формулы нитрата калия, карбоната кальция и серной кислоты соответствовали $K_2O.N_2O_5$, $CaO.CO_2$ и $H_2O.SO_3$, где мы теперь пишем KNO_3 , $CaCO_3$ и H_2SO_4 , и теория была расширена, чтобы охватить и органические соединения.

Выдающийся английский химик и физик Фарадей объявил важный закон электрохимических эквивалентов в 1834 году. Этот закон показывает, что количества элементов, высвобождаемых при пропускании данного количества электричества через их растворы, соответствуют химическим эквивалентам этих элементов. Фарадей составил таблицу эквивалентов ряда элементов, считая их важными в связи с атомными весами, но в то время обычно не проводилось четкого различия между эквивалентами и атомными весами, и не было полностью осознано, что один атом данного элемента может быть электрическим эквивалентом нескольких атомов другого.

Закон Фарадея, который до сих пор считается фундаментально точным, нашел большое практическое применение при измерении электрических токов и в расчетах, связанных с электрохимическими процессами. Обсуждая свои эксперименты, Фарадей использовал несколько новых терминов, таких как “электролит” для вещества, которое проводит электричество в растворе и, таким образом, “электролизуется”, “электрод”, “анод” и “катод”, термины, которые вошли в обиход, и, наконец, “ионы” для обозначения частиц, которые, как предполагалось, “блуждают” по направлению к электродам, чтобы там высвободиться.

Этот термин “ион” оставался в сравнительной неизвестности более полувека, когда Аррениус выдвинул его на первый план среди химиков в связи с ионной теорией.

Идеи Канниццаро.— Примерно до 1869 года среди формул, используемых разными химиками, царил хаос. Использовались различные составные радикалы и многочисленные формулы

типов, использовались дуалистические и унитарные формулы нескольких видов, но худшей особенностью ситуации был тот факт, что в моде было более одной системы атомных весов, так что можно было писать воду

ХО, ХО или C_2O

и подобные расхождения могут возникать почти во всех формулах, содержащих элементы с разной валентностью. Однако в 1858 году появилась статья итальянского химика Канниццаро, в которой были представлены очерки курса химической философии. Несколько позже это получило широкое распространение в виде брошюры на химической конференции, и в ней так ясно и умело излагались принцип Авогадро, закон Дюлонга и Пети и другие моменты, связанные с формулами, что это привело к быстрой и почти всеобщей реформе среди тех, кто использовал неудовлетворительные формулы.

Примерно в это же время дуалистические формулы Берцелиуса также были в целом отвергнуты, и водород стал рассматриваться как характерный элемент всех кислот. Например, $\text{CaO} \cdot \text{SO}_3$, называемый “сульфат извести”, стал записываться как CaSO_4 и назывался “сульфат кальция”, и хотя еще в 1815 году Дэви показал, что “йодистая кислота”, I_2O_5 , не проявляет кислотной реакции до тех пор, пока ее не соединят с водой, накопление аналогичных фактов привело к формулировке серной кислоты как H_2SO_4 вместо SO_3 или $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SO}_3$, и аналогично для других “кислородных кислот”. Как необходимое следствие такого взгляда на кислоты, основания стали рассматриваться как соединения “гидроксильной” группы, OH . Поэтому формула каустической соды стала записываться как NaOH вместо $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}$, и так далее. и т. Д.

Периодическая система элементов. Периодичность элементов в связи с их атомными весами была примерно понята Ньюлендсом в Англии, который объявил о своем “законе октав” в 1863 году. Это было в то время, когда изменялись атомные веса и должным образом показывались их числовые соотношения. Этот вопрос был более полно разработан Л. Мейером в Германии немного позже, но наиболее четко и проработанно он был представлен русским химиком Менделеевым в 1869 году.

Чтобы этот предмет мог быть до некоторой степени объяснен, здесь приведена таблица Менделеева с добавлением недавно открытых элементов и некоторыми другими изменениями.

Groups	A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII B
Typical Compounds	R_2O RCl RH	RO RCl_2 (RH_2)	R_2O_3 RCl_3 (RH_3)	RO_2 RCl_4 (RH_4)	R_2O_5 RCl_5 RH_5	RO_3 RCl_6 RH_6	R_2O_7 RCl_7 RH_7	(RO_4) R R
Series							HYDROGEN 1·008	HELIUM 3·99
2	Lithium 6·94	Beryllium 9·1	Boron 11·0	Carbon 12·00	NITROGEN 14·01	OXYGEN 16·00	FLUORINE 19·0	NEON 20·2
3	Sodium 23·00	Magnesium 24·32	Aluminium 27·1	Silicon 28·3	Phosphorus 31·01	Sulphur 32·07	CHLORINE 35·46	ARGON 39·88
4	Potassium 39·10	Calcium 40·07	Scandium 44·1	Titanium 48·1	Vanadium 51·0	Chromium 52·0	Manganese 54·93	Iron 55·84 Cobalt 58·97 Nickel 58·68
5	Copper 63·57	Zinc 65·37	Gallium 69·9	Germanium 72·5	Arsenic 74·96	Selenium 79·2	Bromine 79·92	KRYPTON 82·92
6	Rubidium 85·43	Strontium 87·63	Yttrium 89·0	Zirconium 90·6	Niobium 93·5	Molybdenum 96·0	100	Ruthenium 101·7 Rhodium 102·9 Palladium 106·7
7	Silver 107·88	Cadmium 112·40	Indium 114·8	Tin 119·0	Antimony 120·2	Tellurium 127·5	Iodine 126·92	XENON 130·2
8	Cesium 132·81	Barium 137·37	Lanthanum 139·0 to* Lutecium 174·0	(Cerium) 140·25 (Lutecium) 174·0	Tantalum 181·5	Tungsten 184·0	188	Osmium 190·9 Iridium 193·1 Platinum 195·2
9	Gold 197·2	Mercury 200·6	Thallium 204·0	Lead 207·10	Bismuth 208·0			NIOT 222·4
10		Radium 226·4		Thorium 232·4		Uranium 238·5		

* Rare-Earth Metals: Lanthanum, 139·0, Cerium, 140·25, Praseodymium, 140·6, Neodymium, 144·3, Gadolinium, 157·3, Terbium, 159·2, Dysprosium, 162·5, Holmium, 163·5, Erbium, 167·7, Samarium, 150·4, Europium, 152·0, Thulium, 168·5, Ytterbium, 172·0, Lutecium, 174·0

Примечание.—Различия при печати: Газообразные элементы. *Другие неметаллические элементы*, металлические элементы. Жирная линия охватывает приблизительно кислотообразующие элементы.

В этой таблице элементы, расположенные в порядке их атомных весов, подразделяются на восемь групп, в которых известные оксиды регулярно прогрессируют, за исключением двух или трех элементов, от R_2O в группе I до R_2O_7 в группе VII, в то время как в группе VIII известны два окси (рутения и осмия), которые прогрессируют до RO_4 .

Менделеев указал, что, за исключением рядов 1 и 2 в верхней части таблицы, альтернативные члены групп демонстрируют особенно тесные взаимоотношения. Эти подчиненные группы, обозначенные A и B, в большинстве случаев демонстрируют замечательные аналогии и градации в своих свойствах, например, в щелочных металлах от лития до цезия и в галогенах от фтора до йода. Два подразделения группы обычно не обнаруживают очень тесных связей друг с другом, за исключением их валентности, и в нескольких случаях они даже демонстрируют противоположные градации химической активности в порядке их атомных весов. Например, цезий находится на электроположительном конце, в то время как золото находится на электроположительном конце своей подчиненной группы. Разница между двумя подразделениями очень велика в группах VI и VII, но она чрезвычайно велика в группе VIII, где тяжелые металлы находятся с одной стороны, а неактивные газы - с другой. Многие компетентные органы выделяют эти газы отдельно в "Группу O" в левой части таблицы, но это не меняет их относительного положения, и против плана могут быть возражения на том основании, что таким образом остается много свободных мест в группах VIII и O.

Периодический закон оказался полезным при исправлении определенных атомных весов. Вначале Менделеев был вынужден заменить бериллий с 14·5 (предполагая, что он составляет BeO_3) на 9 (предполагая BeO), а позже были изменены атомные веса индия и урана, чтобы они соответствовали системе. Все эти изменения были подтверждены физическими средствами.

Менделеев обнаружил ряд свободных мест в своей таблице и, таким образом, смог оказать дальнейшую услугу химической науке, предсказав свойства неоткрытых элементов, и его предсказания были очень точно подтверждены более поздним открытием скандия, галлия и германия. Таблица показывает, что все еще есть два неоткрытых элемента ниже марганца и, вероятно, еще два среди редкоземельных металлов. Совсем недавно Содди сделал интересное наблюдение, что продукты радиоактивного распада, по-видимому, симметрично проходят через положения в периодической системе, выделяя молекулу гелия при попеременных превращениях, пока не будет достигнуто место свинца. Таким образом, представляется, что пять свободных мест в приведенной выше таблице висмута, вероятно, заняты этими недолговечными элементами, и следует отметить, что все элементы, которые были помещены в эту область с высокими атомными весами, являются радиоактивными.

В периодической системе есть некоторые несоответствия. Приращения атомных весов нерегулярны, и есть три случая: аргон и калий, кобальт и никель, а также теллур и йод, где более высокий атомный вес ставится перед более низким, чтобы расставить эти элементы по их несомненно правильным местам. Есть особенность и в подразделении тяжелых металлов группы VIII, где в каждом из трех мест встречаются по три похожих элемента и где обычная периодичность, по-видимому, нарушена или почти нарушена по сравнению с большинством других элементов. Однако, по-видимому, есть еще более примечательный случай такого рода в группе III, куда были помещены четырнадцать редкоземельных металлов. Они удивительно схожи по своим химическим свойствам, следовательно, представляется необходимым предположить, что периодичность здесь приостановлена во всем широком диапазоне атомных масс от 139 до 174, где не было обнаружено никаких элементов, кроме этих.

Можно отметить несколько других интересных особенностей таблицы. Хлориды и гидриды, как указано в разделе “типичные соединения”, демонстрируют регулярное продвижение в обоих направлениях к группе IV. (Если формулы типа, насколько известно, не применяются более чем к одному или двум элементам, они заключены в круглые скобки в приведенной здесь таблице.) Поразительно, что кислотообразующие элементы встречаются вместе в определенной части таблицы и что газы и другие неметаллические элементы, за исключением неактивных газов группы VIII, встречаются в одном и том же регионе.

Атомные номера.—В результате спектроскопического исследования длин волн или частот рентгеновских лучей, образующихся при попадании катодных лучей на антикатоде, состоящие из различных элементов, Мозли в 1914 году обнаружил, что целые числа в простом ряду могут быть отнесены к атомам. Эти атомные номера следующие: 1 для водорода, 2 для гелия, 3 для лития, 4 для бериллия и так далее, в том порядке, в котором элементы встречаются в периодической таблице Менделеева, а в случаях аргона и калия, кобальта и никеля, теллура и йода они следуют правильному химическому порядку, в то время как атомные веса - нет. Следовательно, они, по-видимому, указывают на еще более фундаментальную связь между атомами, чем та, которую показывают атомные веса.

Эти цифры теперь доступны для каждого элемента, вплоть до свинца, и они особенно интересны тем, что указывают, из-за недостающих цифр, на существование двух неоткрытых элементов в группе марганца и еще двух среди редкоземельных металлов, подтверждая свободные места после свинца в таблице Менделеева.

Изоляция элементов.— В 1818 году было обнаружено около 53 элементов, и с тех пор было открыто еще около 30, но уже известные элементы включали в себя наиболее распространенные и почти все те, которые имели коммерческое значение. Некоторые из них, включая бериллий, алюминий, кремний, магний и фтор, были тогда известны только в их соединениях, поскольку они еще не были выделены в свободном состоянии.

Берцелиус в 1823 году получил кремний, неметаллический элемент, во многих отношениях напоминающий углерод. Этот элемент недавно был получен в довольно крупных масштабах в электрических печах на Ниагарском водопаде и использовался для определенных целей в виде отливок.

Велер произвел большую сенсацию в 1827 году, выделив алюминий и обнаружив, что это очень легкий, прочный и ковкий металл, устойчивый на воздухе и серебристо-белого цвета. Долгое время этот металл был сравнительной редкостью, поскольку его получали восстановлением хлорида алюминия металлическим натрием; но около 25 лет назад американец Холл разработал метод его получения путем электролиза оксида алюминия, растворенного в расплавленном криолите. Этот процесс снизил стоимость алюминия до такой степени, что в настоящее время он вошел в обиход.

Велер и Бюсси получили бериллий в 1828 году, а Либих и Бюсси оказали ту же услугу магнию в 1830 году. Последний металл приобрел большое практическое значение, как очень мощный восстановитель в химических процессах, так и в качестве ингредиента световых порошков и смесей, используемых для фейерверков. Он также используется при изготовлении некоторых легких сплавов.

После почти бесчисленных попыток выделить фтор, длившихся почти столетие, это было, наконец, достигнуто в 1886 году Муассаном во Франции путем электролиза безводного фтористого водорода. Свободный фтор оказался газом необычайной химической активности, разлагающим воду сразу с образованием фтористого водорода и озонированного кислорода. Этот факт объясняет неудачу многих предыдущих попыток приготовить его в присутствии воды.

Ранние открытия новых элементов.— Замечательная активность химических исследований в начале нашего периода иллюстрируется тем фактом, что в 1817 году были открыты три новых элемента. В тот год Берцелиус открыл селен, Арфведсон, работавший в лаборатории Берцелиуса, обнаружил важный щелочной металл литий, а Стромейер открыл кадмий.

В 1826 году Баллард во Франции обнаружил бром в маточном растворе в результате кристаллизации обычной соли из морской воды. Бром оказался необычайно интересным элементом, поскольку он является единственным неметаллическим элементом, находящимся в жидком состоянии при обычных температурах, и занимает поразительное промежуточное положение по своим свойствам между хлором и йодом. Он был получен в больших количествах из рассолов и широко производится в Соединенных Штатах. Элементарное вещество и его соединения нашли важное применение в химической промышленности, в то время как бромиды были признаны ценными в медицине, а бромид серебра очень широко используется в фотографии.

В 1828 году Берцелиус открыл торий. Оксид этого металла в последнее время широко используется в качестве основного компонента газовых оболочек накаливания, и этот элемент

приобрел особое значение благодаря тому факту, что, подобно урану, он радиоактивен и самопроизвольно разлагается на другие элементы.

Ванадий был обнаружен еще в 1801 году Дель Рио, который назвал его “эритронием”, но чуть позже считалось, что он идентичен хрому, и на некоторое время его упустили из виду. Однако в 1830 году он был вновь открыт Сефстромом в Швеции и получил свое нынешнее название. Берцелиус немедленно провел обширное исследование соединений ванадия, но дал им неверные формулы и вывел неверный атомный вес элемента, потому что ошибочно принял более низкий оксид за сам элемент. Роско в Англии в 1867 году впервые выделил ванадий, нашел правильный атомный вес и дал правильные формулы его соединений. Ванадий особенно интересен тем фактом, что он проявляет несколько валентностей в своих соединениях, многие из которых сильно окрашены. Он нашел широкое применение в качестве ингредиента в очень малых пропорциях в некоторых “специальных сталях”, которым он придает высокую степень стойкости к разрыву при многократных ударах.

Колумбий был обнаружен в начале девятнадцатого века в минерале колумбите из Коннектикута англичанином Хэчеттом, которому, однако, не удалось получить чистый оксид. Впоследствии он был получен Роузом, который назвал его ниобием. Используются оба названия элемента, но первое имеет приоритет. Внимание к этому факту привлекла статья в Журнале англичанина Коннелла (**18**, 392, 1854).

Платиновая группа металлов.—В 1854 году Клаусом был открыт новый член платиновой группы металлов - рутений. Платина была открыта примерно в середине восемнадцатого века, в то время как другие, более редкие ее аналоги, иридий, осмий, палладий и родий, были обнаружены в самом начале девятнадцатого века. Именно в последний период изделия из платины начали в значительной степени использоваться в химических операциях, и со временем это применение значительно расширилось. Филлипс в 1831 году сделал открытие, что тонкоизмельченная платина при контакте приводит к соединению диоксида серы с атмосферным кислородом, и это применение в течение последних 20 лет стало чрезвычайно важным в сернокислотной промышленности, в то время как были также сделаны другие важные применения платины в качестве “каталитического агента”. Уолкотт Гиббс и Кэри Ли внесли, пожалуй, больший вклад, чем кто-либо другой из современных химиков, в изучение платиновых металлов. Кэри Ли (**38**, 81, 248, 1864) занимался в основном разделением металлов друг от друга, в то время как работа Гиббса (**31**, 63, 1861; **34**, 341, 1862) включала исследования многих соединений.

Следует упомянуть, что в то время как платина и ее ассоциаты ранее были известны в природе только в несвязанном состоянии, арсенидный сперрилит $PtAs_2$ был описан покойным С. Л. Пенфилдом и старшим автором этой главы в статьях, опубликованных в журнале (**37**, 67, 71, 1889).

Применение спектроскопа. Открытие в некоторых минеральных водах редких щелочных металлов рубидия и цезия Бунзеном и Кирхгофом в 1861 году стало следствием применения спектроскопии теми же учеными незадолго до этого для идентификации элементов, придающих цвет пламени. С тех пор применение спектроскопа в химических целях значительно расширилось, поскольку он использовался для исследования света от электрических искр и дуговых разрядов, а также от разрядов в трубке Гейслера и от окрашенных растворов.

Металлы рубидий и цезий интересны тем, что они близки к калию и находятся на крайнем электроположительном конце ряда известных металлов. Здесь следует отметить, что Джонсон и Аллен из нашей Шеффилдской лаборатории, получив хороший запас рубидия и цезия из лепидолита Хеврона, штат Мэн, провели несколько важных исследований этих элементов, отчеты о которых были опубликованы в Журнале (**34**, 367, 1862; **35**, 94, 1863). Они установили атомный вес цезия, таким образом скорректировав определение Бунзена, которое было неудовлетворительным из-за малого количества и примеси его материала. Поллуцит, минерал, богатый цезием, который был найден в очень небольшом количестве на острове Эльба, совсем недавно был получен в больших количествах — сотнями фунтов — в Париже, штат Мэн, и его окрестностях. Этот американский поллуцит был впервые проанализирован и идентифицирован старшим автором этой статьи (**41**, 213, 1891), а позже (**43**, 17, 1892 и далее.) в журнале были опубликованы результаты многих исследований соединений цезия и рубидия, в которых младший автор сыграл важную роль, выполненных в лаборатории Шеффилда.

Применение спектроскопа привело к открытию таллия в 1861 году Круксом из Англии, а индия - в 1863 году Райхом и Рихтером в Германии. Оба этих металла чрезвычайно редки, но представляют значительный теоретический интерес. Таллий особенно примечателен тем, что в его различных соединениях обнаруживаются сходства с несколькими группами металлов.

Спектроскоп был снова использован в связи с открытием галлия Буабодраном в 1875 году. Он относится к той же периодической группе, что таллий и индий, и имеет удивительно низкую температуру плавления, чуть выше обычной комнатной. Это был один из самых редких элементов, но в течение двух-трех лет в Соединенных Штатах был обнаружен его источник в определенных остатках от переработки товарного цинка. Недавние выпуски журнала (**41**, 351, 1916; **42**, 389, 1916) показывают, что Браунинг и Улер из Йельского университета воспользовались этим новым материалом для проведения важных химических и физических исследований этого металла.

Германий.—Открытие германия в минерале аргиродите в 1886 году Винклером выявило любопытный металл, который дает белый сульфид, который можно легко принять за серу, и который полностью улетучивается при выпаривании раствора соляной кислоты, так что его невозможно использовать в аналитических операциях. Этот элемент был с большой точностью предсказан Менделеевым, и он довольно тесно связан с оловом.

Через несколько лет после открытия германия Пенфилд опубликовал в журнале (**46**, 107, 1893; **47**, 451, 1894) некоторые анализы аргиродита, исправив формулу, данную Винклером минералу; также он описал канфилдит, аналогичный минерал из Боливии, в котором большая часть германия была заменена оловом.

Редкоземельные элементы.—До 1818 года были известны два редкоземельных элемента, оксиды иттрия и церия, в загрязненном состоянии. С тех пор было обнаружено еще около четырнадцати человек, связанных с первыми двумя. Редкоземельные элементы отличаются тем фактом, что многие из них всегда находятся в смеси с содержащими их минералами, а также тем обстоятельством, что большинство из них удивительно схожи по своим химическим реакциям исследователем, их чрезвычайно трудно отделить друг от друга. Во многих случаях для получения чистых солей ряда этих металлов требуется множество фракционных выделений или кристаллизаций. Растворы солей некоторых из этих элементов дают характерные полосы поглощения при спектроскопическом исследовании с использованием проходящего света.

Ни для одного из этих землистых оксидов не было найдено важного практического применения, за исключением того, что около одного процента оксида церия смешивают с оксидом тория в газообразных оболочках накаливания для получения значительно увеличенной яркости.

Неактивные газы. — Еще в 1785 году Кавендиш, этот замечательный англичанин, который первым в мире взвесил весы и первым открыл состав воды, действительно получил немного аргона в чистом виде, воспламеняя атмосферный азот кислородом, превращая его в азотную кислоту (еще одно его открытие) и поглощая избыток кислорода. Объем этого остаточного газа, по его оценке, очень близко соответствует объему аргона в атмосфере, как известно в настоящее время.

Более века спустя, в 1894 году, Рэлей и Рамзи обнаружили аргон в воздухе. Лорд Рэлей обнаружил, что атмосферный азот примерно на полпроцента тяжелее химического азота, и этот факт послужил толчком к расследованию. Нужно было только повторить эксперимент Кавендиша в больших масштабах или поглотить кислород горячей медью, а азот горячим магнием, чтобы получить аргон. Этот газ привлек большое внимание как из-за того, что в его молекуле был всего один атом, так и особенно из-за того, что он не вступал в какие-либо химические соединения. В последнее время этот газ используется для заполнения колб электрических ламп накаливания в тех случаях, когда требуется давление газа без химического воздействия.

В 1890 и 1891 годах Хиллебранд опубликовал в журнале (**40**, 384, 1890: **42**, 390, 1891) серию анализов минерала уранинита и сообщил о содержании в некоторых образцах минерала до 2,5% неактивного газа. Хиллебранд исследовал газ спектроскопически, но, упустив важное открытие, обнаружил только линии спектра азота. Рамзи, ища аргон в каком-то природном сочетании и, несомненно, помня работу Хиллебранда, нагрел немного клевеита, разновидности уранинита, и получил не аргон, а новый газ. Это дало желтую линию спектра, соответствующую линии, ранее наблюдавшейся в свете солнечной короны и приписываемой элементу Солнца, называемому гелием. Следовательно, гелий в 1895 году был обнаружен на земле. Этот газ является постоянным компонентом минералов урана, поскольку он образуется при расщеплении радиоактивных элементов. Он был обнаружен в атмосфере в очень небольшом количестве и является самым трудным для сжижения из всех известных газов, поскольку его температура кипения, как показал Оннес в 1908 году, всего на 4 ° выше абсолютного нуля. Он еще не затвердел.

В 1898 году Рамзи и Трэверс, используя оригинальные методы фракционной дистилляции и абсорбции древесным углем, получили из атмосферы три других, гораздо более редких неактивных газа, которые они называли неоном, криптоном и ксеноном.

Все неактивные газы бесцветны, и поскольку они не образуют химических соединений, они характеризуются своей плотностью, которая определяет их атомный вес, температурой кипения и характерными спектрами в трубке Гейслера.

Газообразное излучение радия, или нитон, также относится к неактивной группе, и оно также было собрано и изучено Рамсеем, который был вынужден работать всего с 0,0001 куб. см, поскольку объем, полученный при нагревании солей радия, очень мал. Это недолговечный элемент, который исчезает в течение нескольких дней из-за радиоактивного распада. Между тем, он ярко светится при сжижении и охлаждении до температуры жидкого воздуха. Его

атомный вес равен 222, что на четыре единицы ниже, чем у радия, и считается, что разница обусловлена потерей радием атома гелия при переходе в эманацию.

Радиоактивные элементы.—Открытие радия в 1898 году мадам Кюри и изучение этого и других радиоактивных элементов оказали глубокое влияние на химическую теорию. Было обнаружено, что два элемента с наибольшими атомными весами, уран и торий, всегда самопроизвольно разлагаются на другие элементы с фиксированной скоростью, которую невозможно контролировать никакими искусственными средствами, и что элементы, образующиеся в результате этих разложений, также претерпевают самопроизвольные превращения в другие элементы с сильно различающимися скоростями, образуя в каждом случае замечательную серию временных элементов. Эти преобразования сопровождаются испусканием с огромными скоростями трех видов лучей, одна из разновидностей которых, как было показано, состоит из атомов гелия. Большее количество элементов, образующихся при этих превращениях, еще не получено в чистом виде, и они известны только в связи с их радиоактивностью, летучестью и т.д.; Но радий и нитон, два из этих продуктов, были получены в чистом виде, так что их атомные веса и их места в периодической системе были установлены.

Мы многим из наших знаний о радиоактивных превращениях обязаны исследованиям Резерфорда и Содди, а также их коллег, но один из важных продуктов превращения урана, элемент, который он назвал ионием, был охарактеризован Болтвудом из Йельского университета (25, 365, 1908).

Радий и нитон, помимо своих радиоактивных свойств, напоминают барий и инертные газы атмосферы соответственно. Скорости, с которыми их производят предшественники, и скорости, с которыми они сами разлагаются, через некоторое время приводят к состоянию равновесия. Следовательно, данное количество урана, которое разлагается чрезвычайно медленно, может дать даже через тысячи лет лишь очень небольшое пропорциональное количество неразложившегося радия, половина которого исчезает примерно за 2500 лет, потому что количество разложившегося в конечном итоге должно быть равно количеству произведенного. Первое убедительное доказательство того, что радий является продуктом разложения урана, было приведено Болтвудом в журнале (18, 97, 1904). Он обнаружил, что все урановые минералы содержат радий; и количество присутствующего радия всегда пропорционально количеству урана, что показывает генетическую связь между ними.

В случае нитона, который образуется радием и называется также излучением радия, скорость распада высока, так что, если газ удаляется из радия при нагревании, равновесие достигается через несколько дней с накоплением максимально возможного количества нитона.

Резерфордом и другими был сделан вывод, что конечным продуктом радиоактивных превращений, помимо гелия, является свинец или, по крайней мере, элемент или элементы, напоминающие свинец до такой степени, что их разделение химическими средствами невозможно. Определения атомного веса, проведенные Ричардсом и другими учеными, показали, что образцы свинца, обнаруженные в радиоактивных минералах, имеют заметно отличающийся атомный вес от атомного веса обычного свинца. Этот факт привел к мнению, что, возможно, не все атомы элементов имеют одинаковый вес, а различаются в определенных пределах — мнение, которое противоречит предыдущим выводам, полученным на основе единообразия атомных весов, полученных с использованием материала из многих различных источников.

Результаты исследований радиоактивности привели к изменению взглядов на стабильность элементов в целом. Было получено мало доказательств того, что возможна какая-либо искусственная трансмутация элементов, или их вообще не было получено, но самопроизвольная трансформация радиоактивных элементов выдвигает на первый план возможность того, что другие элементы изменяются незаметно и что среди них существует состояние эволюции. Все известные нам радиоактивные изменения происходят от более высоких к более низким атомным весам, и мы совершенно не осведомлены о процессе, с помощью которого первоначально должны были образоваться уран и торий.

Поскольку было обнаружено, что радиоактивные изменения сопровождаются выделением огромного количества энергии, по сравнению с которой энергия химических реакций ничтожна, возник новый аспект в отношении структуры атомов — они должны быть сложными по структуре, вместилищами огромной энергии.

Определение количества радия в земной коре показало, что выделяемого им тепла вполне достаточно для восполнения потерь тепла из-за радиации, и этот источник тепла многими рассматривается как причина вулканической деятельности. Предполагалось, что солнечное излучение также обеспечивается радиоактивным воздействием, так что старые взгляды относительно ограничения возраста земли и Солнечной системы из-за потери тепла были значительно изменены нашими знаниями о радиоактивности.

Физическая химия.

Применение физических методов в качестве вспомогательных средств в химической науке началось еще в незапамятные времена, и некоторые из них, такие как определение плотности газа и паров, удельной теплоемкости и кристаллических форм, уже упоминались в этой статье. За последнее время физическая химия значительно развилась, и сейчас будут описаны некоторые из ее важных достижений.

Определение молекулярной массы.—Плотности газов и паров в связи с принципом Авогадро до сравнительно недавнего времени служили единственной основой для определения молекулярной массы. Ранние методы Гей-Люссака и Дюма для определения плотности паров были дополнены в 1868 году методом Гофмана, посредством которого пары измерялись при пониженном давлении над ртутью. В 1878 году Виктор Мейер представил более простой метод, основанный на вытеснении воздуха или другого газа паром в нагретой трубке. Поскольку в этом методе можно было использовать огнеупорные трубки, такие как фарфоровые или даже иридиевые, молекулярные массы при чрезвычайно высоких температурах были определены с интересными результатами. Например, было обнаружено, что пары йода, которые при более низких температурах образуют молекулу I_2 , постепенно становятся одноатомными с повышением температуры, что пары серы диссоциируют от S_8 до S_2 при аналогичных условиях и что большинство металлов, включая серебро, имеют одноатомные пары.

В 1883 году и позже Рауль указал, что молекулярные массы веществ можно определить по точкам замерзания их растворов, но этот метод был сложным изтого факта, что соли, сильные кислоты и основания в этом отношении ведут себя совершенно иначе, чем другие вещества, и необходимо было учитывать типы используемых веществ. Это усложнение было впоследствии объяснено теорией ионизации Аррениуса. Более совершенное устройство для этого метода вскоре было разработано Бекманом, который также ввел метод, зависящий от температуры

кипения растворов, и эти два метода до сих пор являются стандартными для определения молекулярных масс в растворе. Они очень широко используются химиками-органиками.

Было обнаружено, что большинство веществ при растворении имеют ту же молекулярную массу, что и в газообразном состоянии, при условии, что они могут улетучиваться при сопоставимых температурах. Например, сера в растворе имеет формулу S_8 , йод равен I_2 , а металлы одноатомны.

Закон Вант—Хоффа и теория ионов Аррениуса. -Современные взгляды на растворы восходят в основном к 1886 году, когда вант-Хофф обратил внимание на взаимосвязь, существующую между осмотическим давлением, оказываемым растворенными веществами, и давлением газа.

Ботаник Пфеффер первым измерил осмотическое давление (1877). Основываясь в своих выводах главным образом на определениях Пфеффера, Ван'т Хофф сформулировал новый и чрезвычайно важный закон, который можно сформулировать следующим образом: осмотическое давление, оказываемое веществом в растворе, равно давлению газа, которое оказывало бы вещество, если бы оно было газом при той же температуре и том же объеме. Дальнейшие исследования полностью установили тот факт, что молекулы в разбавленном растворе подчиняются простым законам газов.

Ван'т Хофф указал, что соли, сильные кислоты и щелочи демонстрируют заметные исключения из его закона, оказывая гораздо большее осмотическое давление, чем рассчитанное для них.

В следующем, 1887 году, Аррениус объяснил это ненормальное поведение солей, сильных кислот и оснований предположением, что при растворении они самопроизвольно диссоциируют на ионы и что эти более многочисленные частицы действуют подобно молекулам, создавая осмотическое давление. Он показал, что все эти исключительные вещества проводят электричество в растворе, в то время как вещества, соответствующие закону вант-Хоффа, этого не делают, и согласно его теории, ионы становятся положительно или отрицательно заряженными при их образовании, и эти заряженные ионы проводят ток. Предполагалось, что, например, молекула хлорида натрия дает два иона Na^+ и Cl^- , таким образом оказывая вдвое большее осмотическое давление, чем одна молекула.

Определения осмотического давления или связанных с ним значений, таких как снижение температуры замерзания и электропроводности, показали, что ионизацию ни в коем случае нельзя считать полной, за исключением чрезвычайно разбавленных растворов, и что степень ионизации варьировалась в зависимости от различных веществ. Тот факт, что осмотическое давление и электропроводность дали близкие результаты в отношении степени ионизации в различных случаях, является самым убедительным доказательством в поддержку этой теории.

Поначалу многим химикам было трудно поверить, что атомы, такие как натрий и хлор, и такие группы, как NH_4 и SO_4 , могут существовать независимо в растворе, даже будучи электрически заряженными. Однако эта теория быстро завоевала популярность и в настоящее время принимается почти каждым химиком как удовлетворительное объяснение многих фактов.

За последние годы в Соединенных Штатах было проведено множество исследований, связанных с осмотическим давлением и ионизацией, но здесь можно лишь сослаться на работы Морса, А. А. Нойеса и покойного Х. К. Джонса. Следует упомянуть, что выдающийся автор

ионной гипотезы прочитал мемориальный курс лекций Силлимана в Йельском университете в 1911 году по теориям решения.

Коллоидные растворы. Английский химик Грэм в 1861 году первым провел различие между веществами, образующими настоящие растворы, которые он назвал кристаллоидами, и веществами клейкой природы, напоминающими клей, которые в растворе не диффундируют легко через пергаментные мембраны, как это делают кристаллоиды, и которые он назвал коллоидами. Разделение коллоидов с помощью пергамента получило название диализа, и этот процесс получил широкое применение при приготовлении чистых коллоидных растворов. Медленная диффузия в настоящее время рассматривается скорее как характеристика коллоидов, чем как их клейкое состояние.

Коллоидные растворы занимают промежуточное положение между настоящими растворами и суспензиями, сходными с теми или иными в зависимости от вида коллоида и тонкости разделения. Готовя фильтры с порами различной степени измельчения, компания Bechold смогла отделять коллоиды друг от друга в соответствии с размером их частиц. Также оказалось возможным готовить различные растворы коллоида, постепенно варьирующиеся от того, в котором частицы, несомненно, находились во взвешенном состоянии, до того, который обладал многими свойствами настоящего раствора.

Начиная с 1889 года, Кэри Ли описал в журнале (**37**, 476, 1889 и далее.) различные методы приготовления коллоидных растворов металлов, состоящие, как правило, в обработке растворов солей металлов мягкими восстановителями. Его работа над коллоидным серебром была особенно обширной и интересной. Решения такого рода недавно дали несколько чрезвычайно интересных результатов с помощью ультрамикроскопа, прибора, разработанного Зигмонди и Зидентопфом. Очень интенсивный луч света пропускается через раствор и наблюдается под прямым углом с помощью мощного микроскопа. В этих условиях частицы, слишком мелкие, чтобы их можно было увидеть другими способами, обнаруживают свое присутствие отраженным светом. Оказалось возможным в очень разбавленном растворе известной крепости подсчитать частицы и, таким образом, рассчитать их размер. Измеренные таким образом мельчайшие коллоидные частицы были из золота, и было показано, что они примерно в десять раз превышают диаметр или в 1000 раз объем обычных молекул. Интересно, что частицы находятся в быстром движении, соответствующем хорошо известному броуновскому движению.

Химия коллоидов в настоящее время приобрела такое значение, что ее можно рассматривать как отдельную отрасль науки. У него есть свой собственный технический журнал, и он в основном посвящен химии органических продуктов. Вся живая материя состоит из коллоидов, и гемоглобин, крахмал, белки, каучук и молоко являются примерами коллоидных веществ или растворов. Среди неорганических веществ многие сульфиды, кремниевая кислота и аморфные гидроксиды, такие как гидроксид железа, часто действуют как коллоиды.

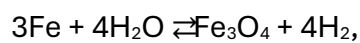
Закон массового действия.—Бертолле примерно в начале прошлого века был первым химиком, изучившим влияние массы, или, правильнее сказать, концентрации веществ на химическое действие. Его взгляды, обобщенные им самим, таковы: “Химическая активность

вещества зависит от силы его сродства и от массы, присутствующей в данном объеме”.

Развитию этой идеи, которая является фундаментально правильной, сильно препятствовал тот факт, что Бертолле сделал неверный вывод о том, что состав химических соединений зависит от массы веществ, соединяющихся для их получения, вывод, прямо противоречащий закону определенных пропорций, и поскольку эта точка зрения вскоре была опровергнута Прустом и другими, закон Бертолле в других его приложениях не привлек немедленного внимания.

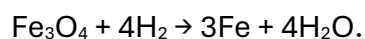
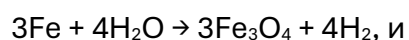
Митчелл, однако, указал в Журнале (16, 234, 1829) на важность работы Бертолле, а Генрих Роуз в 1842 году снова привлек внимание к эффекту массы, упомянув в качестве одной из иллюстраций влияние воды и угольной кислоты на разложение очень стабильных природных силикатов. Несколько позже несколько других химиков внесли важный вклад в изучение влияния концентрации на химическое действие, но именно норвежцы Гульдберг и Вааге впервые сформулировали закон массового действия в 1867 году.

Этот закон имеет огромное значение в химической теории, поскольку он объясняет огромное количество фактов на математической основе. Это особенно применимо к равновесию в обратимых реакциях, где он гласит, что произведение концентраций с одной стороны простого обратимого уравнения имеет постоянную зависимость от произведений концентраций с другой стороны, при условии, что температура остается постоянной. В случаях такого рода, когда два газа или пара вступают в реакцию с двумя твердыми веществами, последнее, если оно всегда в избытке, может рассматриваться как постоянное по концентрации, и закон приобретает более простой аспект, применяясь только к концентрациям газообразных веществ. Например, в обратимой реакции



которая протекает при довольно высоких температурах, определенная смесь водяного пара и водорода при определенной температуре заставит реакцию протекать с одинаковой скоростью в обоих направлениях, поддерживая таким образом состояние равновесия, при условии, что и железо, и оксид присутствуют в избытке. Однако, если изменить относительные концентрации водорода и водяного пара или даже температуру, реакция будет протекать быстрее в одном направлении, чем в другом, пока снова не будет достигнуто равновесие.

Принцип массового действия также объясняет, почему иногда возможно завершение обратимой реакции в любом направлении. Например, в связи с только что рассмотренной реакцией, если пар пропускают над нагретым железом, а водород - над нагретым оксидом, газообразный продукт в каждом случае постепенно уносится, и реакция постоянно протекает быстрее в одном направлении, чем в другом, пока не завершится, согласно уравнениям



Многие другие хорошо известные и важные факты, как химические, так и физические, зависят от этого закона. Это объясняет то обстоятельство, что давление пара не зависит от количества присутствующей жидкости; это также объясняет постоянное давление диссоциации карбоната кальция при данной температуре, независимо от количества присутствующих карбоната и оксида; в связи с ионной теорией это объясняет причину переменной растворимости солей из-за присутствия электролитов, содержащих общие ионы; и это разъясняет закон Генри, который гласит, что растворимость газов пропорциональна их давлениям.

Оствальд больше, чем кто-либо другой химик, сыграл важную роль в общем применении этого закона, и он особенно широко использовал его в связи с аналитической химией в книге по этому предмету, которую он опубликовал.

Правило фазы.—В 1876 году Уиллард Гиббс из Йельского университета опубликовал статью в “Трудах Коннектикутской академии наук” о “Равновесии гетерогенных веществ”, а два года спустя он опубликовал аннотацию статьи в журнале (16, 441, 1878). Он открыл новый закон природы огромной важности и широкого применения, который называется “Правилом фазы” и выражается очень простой формулой.

Применение этого великого открытия к химической теории было отложено на десять лет, отчасти, возможно, из-за того, что оно не было в достаточной степени доведено до сведения химиков, но в значительной степени, по-видимому, из-за того, что сначала оно не было понято, поскольку его изложение было полностью математическим.

Именно Рузвум, голландский химик, первым применил правило фазы. Вскоре это привлекло к себе пристальное внимание, и имя Уилларда Гиббса приобрело всемирную известность среди химиков. Когда Нернст, который, возможно, является самым выдающимся физико-химиком современности, несколько лет назад читал лекции в память Силлимана в Йельском университете, он воспользовался случаем, чтобы возложить венок на могилу Уилларда Гиббса в знак признания его достижений.

Чтобы понять правило, необходимо дать определение трем терминам, введенным Гиббсом: *фазе, степеням свободы и компоненте*.

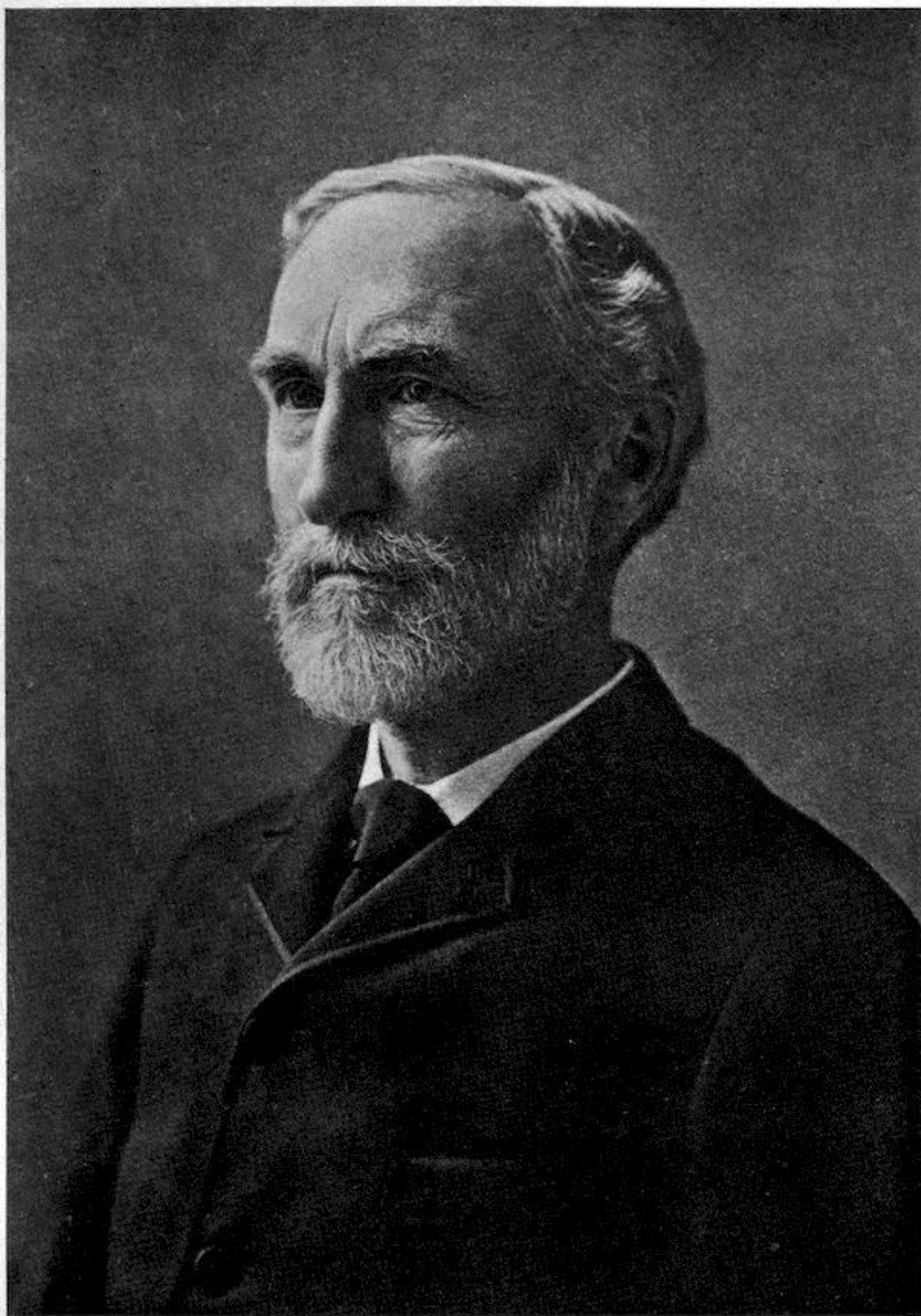
Под первым термином понимаются части любой системы веществ, которые можно разделить механически. Например, вода, находящаяся в контакте со своим паром, состоит из двух фаз, в то время как раствор соли и воды состоит только из одной. Степени свободы - это количество физических условий, включая давление, температуру и концентрацию, которые могут независимо изменяться в системе без разрушения фазы. Точное определение компонента не так просто, но в целом компоненты системы - это неотъемлемые части, из которых она состоит. Любая система, состоящая из соединения H_2O , например, в виде льда, воды или пара, содержит только один компонент, в то время как раствор соли и воды содержит два. Если P, F и C обозначают три члена, то правило фазы просто

$$F = C + 2 - P$$

то есть число степеней свободы в равновесной системе равно числу компонентов плюс две, минус количество фаз. Правило можно легко понять с помощью простой иллюстрации. В системе, состоящей из льда, воды и водяного пара, есть три фазы и один компонент, и поэтому

$$F = 1 + 2 - 3 = 0$$

Такая система не имеет степеней свободы. Это означает, что никакое физическое состояние, давление или температуру нельзя изменять без разрушения фазы, так что такая система может существовать в равновесии только при одной фиксированной температуре с фиксированным значением давления ее пара.



J. William Gibbs

Например, если система нагревается выше фиксированной температуры, лед исчезает, а при повышении давления конденсируется пар. Если одна и та же система воды содержит только две фазы, например, жидкость и пар, $F = 1 + 2 - 2 = 1$, или имеется одна степень свободы. В такой системе одно физическое состояние, такое как температура, может изменяться независимо, но только одно, без разрушения фазы. Например, температура может быть повышена или понижена, но для каждого значения температуры существует соответствующее значение давления пара. Одно является функцией другого. Если оба значения изменяются независимо, то одна фаза исчезнет, либо пар полностью конденсируется в воду, либо наоборот. Наконец, если система состоит только из одной фазы в виде водяного пара, $F = 2$, или система является двариантной, что означает, что при любой заданной температуре пар может существовать при различных давлениях.

Приведенная иллюстрация относится к физическому равновесию, но это правило применимо и к случаям, связанным с химическими изменениями. Сравнивая правило фазы с законом действия массы, можно заметить, что и то, и другое имеет отношение к равновесию. Большим преимуществом первого метода является то, что он полностью независим от молекулярного состояния веществ, находящихся в различных фазах. Например, с точки зрения применения правила не имеет значения, является ли вещество в растворе диссоциированным, недиссоциированным или соединенным с растворителем. В любом случае, решение представляет собой один этап. С другой стороны, правило носит чисто качественный характер, предоставляя информацию только о том, возможно ли данное изменение условий. Закон действия массы является количественным выражением, так что, когда значение константы однажды известно, можно рассчитать изменение, которое происходит во всей системе при изменении концентрации одного вещества. Закон, однако, требует знания молекулярного состояния реагирующих веществ, которое может быть неопределенным или неизвестным, и главным образом по этой причине он, как и правило фазы, часто имеет только качественное значение.

Правило фазы служило наиболее ценным средством классификации систем, находящихся в равновесии, и руководством при определении возможных условий, при которых такие системы могут существовать. В качестве иллюстрации его практического применения Ван'т Хофф использовал его как основополагающий принцип в своих исследованиях условий, при которых в природе образовались отложения солей, и Рузвум смог с его помощью объяснить очень сложные соотношения, существующие в сплавах железа и углерода, из которых образуются различные марки ковкого железа, стали и чугуна.

Термохимия.—Этот раздел химии имеет отношение к теплу, выделяемому или поглощаемому в ходе химических реакций. Это важно главным образом потому, что во многих случаях это единственная имеющаяся у нас мера энергетических изменений, связанных с реакциями. В значительной степени это восходит к открытию Гессом в 1840 году фундаментального закона, который гласит, что тепло, выделяемое в ходе реакции, одинаково независимо от того, проходит ли она в одну или в несколько стадий. Этот закон позволил рассчитать теплоту большого числа реакций, которые не могут быть определены прямым экспериментом.

Термохимия была разработана сравнительно небольшим количеством людей, которые внесли свой вклад в удивительно большое количество результатов. Фавр и Зильберман, начав вскоре после 1850 года, усовершенствовали прибор для калориметрических определений, который

называется калориметром, и опубликовали множество результатов. Примерно в то же время Юлиус Томсен и в 1873 году Бертло начали свою замечательную серию публикаций, которая продолжалась до недавнего времени. Исследования Томсена были опубликованы в 1882 году в 4 томах. Вероятно, можно с уверенностью сказать, что большая часть данных термохимии была получена этими двумя исследователями. Калориметр-бомба, прибор для определения теплоты путем прямого сжигания, был разработан компанией Berthelot. Особо следует упомянуть недавнюю работу Микстера из Йельского университета, опубликованную в журнале, и Ричардса из Гарварда. Работа Микстера в этой области началась в 1901 году (12, 347). Используя усовершенствованный бомбовый калориметр, он разработал метод определения теплоты образования оксидов при сгорании с перекисью натрия. С помощью этого же метода, а также путем прямого сжигания в кислороде он получил результаты, которые, по-видимому, равны или превосходят по точности все, что когда-либо было получено в его области работы. Работа Ричардса состояла в основном из усовершенствований аппаратуры. Он разработал так называемый адиабатический калориметр, который практически устраняет одну из основных ошибок в тепловой работе, вызванных эффектом нагрева или охлаждения окружающей среды. Эта модификация обычно применяется там, где требуется чрезвычайно точная работа.

Органическая химия.

Сто лет назад были известны качественные тесты для нескольких органических соединений, были распознаны элементы, обычно встречающиеся в них, и некоторые из них были проанализированы количественно, но органическая химия была гораздо менее продвинутой, чем неорганическая, и почти все ее огромное развитие произошло в наш период.

Берцелиус значительно продвинулся в этом вопросе, установив факт, который ранее подвергался сомнению, что элементы в органических соединениях сочетаются в постоянных, определенных пропорциях. В 1823 году Либих выявил чрезвычайно важный факт изомерии, показав, что фульминат серебра имеет тот же процентный состав, что и цианат серебра, соединение с совершенно иными свойствами. С тех пор изомерные соединения с идентичной молекулярной массой, а также с одинаковым составом были обнаружены в очень многих случаях, и они сыграли наиболее важную роль в определении расположения атомов в молекулах. Было обнаружено, что во многих случаях их очень много. Например, известны три пентана с формулой C_5H_{12} , все возможные в соответствии с теорией, и в каждом случае была установлена структура молекулы. Теоретически было подсчитано, что возможны 802 изомерных соединения с формулой $C_{13}H_{28}$, в то время как при использовании более сложных формул количество изомеров может быть намного больше.

Особенно интересный случай изомерии был замечен Велером в 1828 году, когда он обнаружил, что цианат аммония самопроизвольно превращается в мочевины

$(NH_4CNO \rightarrow N_2H_4CO)$.

Это был первый синтез органического соединения из неорганического материала, и он опроверг господствующее мнение о том, что жизненные силы необходимы для образования органических веществ. С тех пор очень много природных органических соединений было получено искусственным путем, и некоторые из них, такие как искусственный ализарин, индиго, масло грушанки и ванилин, более или менее полностью заменили натуральные продукты. Получение огромного количества неизвестных в природе соединений, многие из которых имеют

практическое значение в качестве лекарств, красителей, взрывчатых веществ и т.д., стало еще одним великим достижением органической химии.

Разработка наших нынешних формул для органических соединений, с помощью которых во многих случаях взаимное расположение атомов может быть показано с наибольшей уверенностью, была постепенной. Формулы, основанные на дуалистической идее Берцелиуса, использовались в течение некоторого времени, формулы типа с использованием сложных радикалов появились позже, замена атомов или групп атомов другими в химических реакциях получила признание, но одним из наиболее важных шагов было признание четырехвалентности углерода и общее применение валентности к атомам Кекуле около 1858 года. Это непосредственно привело к использованию современных структурных формул, которые имеют наибольшее значение для теоретической интерпретации органических реакций. Именно Кекуле также предложил гексагональную кольцевую формулу бензола, C_6H_6 , что привело к чрезвычайно важным теоретическим и практическим разработкам. С тех пор были установлены подробные формулы для многих других колец и сложных структур, и нет никаких сомнений в том, что использование этих формул во многом способствовало замечательным достижениям в органической химии за последние шестьдесят лет.

В Соединенных Штатах было проведено много важных исследований в области органической химии, и активность в этом направлении в последние годы значительно возросла. В этой связи следует упомянуть большой объем работ подобного рода, выполненных в Шеффилдской лаборатории, в настоящее время находящейся под руководством профессора Т. Б. Джонсона.

Случилось так, что в Журнале появилось сравнительно мало публикаций по органической химии, но можно утверждать, что приготовление хлороформа и его физиологические эффекты были описаны Гатри (**21**, 64, 1832). Ему было неизвестно, что он был приготовлен Субереном, французским химиком, годом ранее, но первый был первым, кто описал его физиологическое действие. Силлиман передал образец доктору Эли Айвзу из Йельской медицинской школы, который использовал его для облегчения приступа астмы. Это было первое применение хлороформа в медицинской практике (**21**, 405, 1832). Гатри также описал в Журнале (**21**, 284, 1832) свой новый процесс превращения картофельного крахмала в глюкозу, метод, который по существу такой же, как тот, который используется сегодня для превращения кукурузного крахмала в глюкозу. Лоуренс Смит (**43**, 301, 1842 и далее), Хорсфорд (**3**, 369, 1847 и далее), Стерри Хант (**7**, 399, 1849), Кэри Ли (**26**, 379, 1858 и далее), Ремсен (**5**, 179, 1873 и далее) и другие опубликовали статьи по органической химии.

Агрохимия.

Примерно до середины девятнадцатого века считалось, что растения, как и животные, используют органические вещества в пищу и их рост зависит главным образом от содержания гумуса в почве. Такой точки зрения придерживались еще долгое время после того, как стало известно, что листья растений поглощают углекислый газ и выделяют кислород, а также после того, как пепел растений был точно проанализирован.

Эта неправильная точка зрения была опровергнута знаменитым немецким химиком Либихом, который провел множество исследований по этому вопросу и, правильно интерпретировав предыдущие знания, опубликовал в 1840 году книгу "Применение химии к сельскому хозяйству и физиологии", в которой он утверждал, что питательными веществами всех зеленых растений

являются неорганические вещества, а именно двуокись углерода, вода, аммиак (нитраты), сульфаты, фосфаты, диоксид кремния, известь, магнезия, поташ, железо и иногда обычная соль. Он сделал чрезвычайно важный вывод о том, что эффективное удобрение почв зависит от восполнения запасов неорганических веществ, израсходованных сельскохозяйственными культурами.

Фундаментальные принципы, изложенные Либихом, были подтверждены, и было обнаружено, что удобрительными компонентами, которых чаще всего не хватает почвам, являются соединения азота, фосфаты и соли калия, так что они стали важными составляющими искусственных удобрений. Либих сам обнаружил, что гумус ценен в почвах, поскольку он поглощает и удерживает растворимые соли.

Фундамент, заложенный Либихом в области искусственных удобрений, привел к широкому применению этих материалов, что значительно улучшило мировые запасы продовольствия.

Либих считал, в соответствии с преобладающими взглядами, что гниение, а также алкогольное и другие брожения были самопроизвольными процессами, и когда выдающийся французский химик Пастер в 1857 году объяснил брожение как непосредственно вызываемое дрожжами, эпохальное открытие, которое привело к объяснению гниения действием бактерий и к микробной теории болезней, Либих и другие немецкие химики яростно воспротивились этому объяснению. Однако точка зрения Пастера возобладала, и с тех пор было обнаружено, что различные виды бактерий ответственны за образование аммиака из азотистых органических веществ, а также за превращение аммиака в нитраты, которые доступны в качестве растительной пищи.

Давно обсуждавшийся вопрос о доступности атмосферного азота для питания растений был решен в 1886 году благодаря открытию Хеллригеля, что бактерии, содержащиеся в клубеньках на корнях, особенно бобовых растений, способны соединять азот и снабжать им растения.

Можно лишь намекнуть на сельскохозяйственные экспериментальные станции, где исследуются почвы, удобрения, продукты питания и другие продукты и где изучаются другие проблемы, связанные с сельским хозяйством.

Покойный С. В. Джонсон из Йельского университета учился у Либиха и впоследствии оказал большую услугу агрохимии в этой стране своими исследованиями, своим преподаванием и своими трудами. Его книга “Как растут зерновые культуры”, опубликованная в 1868 году, дала прекрасное изложение принципов агрохимии. Он много сделал для создания сельскохозяйственных экспериментальных станций в этой стране и долгое время был директором станции в Коннектикуте.

В журнале еще в 1827 году Амос Итон (12, 370) опубликовал простой метод механического анализа почв для определения их пригодности для выращивания пшеницы, а Хилгард в период с 1872 по 1874 год описал подробное исследование анализа почвы. Дж. П. Нортон, профессор Йельского университета, в 1847 году (3, 322) опубликовал исследование по анализу овса, которое было удостоено премии шотландского сельскохозяйственного общества в размере пятидесяти соверенов, в то время как Джонсон, Этуотер и другие опубликовали статьи по анализу различных фермерские продукты.

Промышленные кислоты и щелочи.

Сто лет назад серная кислота производилась в сравнительно небольших масштабах в свинцовых камерах. В 1818 году английский производитель кислоты внедрил современную технологию использования пирита вместо серы, в то время как башня Гей-Люссака в 1827 году и башня Гловера в 1859 году начали применяться в качестве значительных усовершенствований в камерном процессе. Примерно за двадцать лет контактный процесс с использованием платинированного асбеста в значительной степени заменил старый камерный процесс. Его преимущество заключается в непосредственном получении концентрированной кислоты или дымящей кислоты.

За наш период производство серной кислоты значительно возросло. Очень большие ее количества использовались в связи с быстрым развитием содового процесса Леблана. Он стал широко использоваться для поглощения аммиака в промышленности осветительных газов, которая находилась в зачаточном состоянии сто лет назад. Новые отрасли промышленности, такие как производство “суперфосфатов” в качестве искусственных удобрений, переработка нефти, производство искусственных красителей и многих других современных химических продуктов, значительно увеличили спрос на него, в то время как его использование в производстве азотной и других кислот, а также для многих других, еще не упомянутых целей, было очень большим.

Производство азотной кислоты было значительно расширено в наш период из-за ее использования для производства взрывчатых веществ, искусственных красителей и для многих других целей. Чилийская селитра стала доступной для ее изготовления примерно в 1852 году. Эту кислоту недавно изготовили из атмосферного азота и кислорода путем их соединения с помощью мощных электрических разрядов. Этот процесс использовался в основном в Норвегии, где в изобилии используется водная энергия, поскольку он требует больших затрат энергии. Еще более современный способ получения азотной кислоты основан на окислении аммиака воздухом с помощью контактного вещества, такого как платинированный асбест.

Производство аммиака, которое было очень небольшим сто лет назад, было значительно увеличено в связи с развитием промышленности осветительного газа и использованием коксовых печей с побочным продуктом. Это вещество широко используется в холодильных машинах, а также во многих химических процессах, включая процесс производства соды Сольве. Соли аммония также имеют большое значение в качестве удобрений в сельском хозяйстве. Превращение атмосферного азота в аммиак в промышленных масштабах является недавним достижением. Это было достигнуто путем нагревания карбида кальция, продукта, получаемого в электропечи из извести и кокса, газообразным азотом с получением цианмида кальция, а затем обработки этого цианмида водой при надлежащих условиях. Другой метод, разработанный Хабером, заключается в непосредственном соединении газов азота и водорода под высоким давлением с помощью контактного вещества.

Метод Леблана получения карбоната натрия из хлорида натрия путем первого превращения последнего в сульфат с помощью серной кислоты и последующего нагревания сульфата с известью и углем в печи был изобретен еще в 1791 году, но он не получил быстрого развития и не закреплялся в Англии до 1826 года из-за высокой пошлины на соль, действовавшей до того времени. Впоследствии этот процесс получил большое развитие в связи с производством серной кислоты, от которого он зависел, и в связи с производством отбеливающих порошков, в

которых использовалась случайно полученная соляная кислота, и, конечно, в связи с мыловарением и многими другими отраслями промышленности, в которых использовалась сама сода.

Примерно в 1866 году процесс Сольве появился как конкурент процессу Леблана. Это зависит от осаждения бикарбоната натрия из растворов солей с помощью диоксида углерода и аммиака с последующим извлечением аммиака. Он в значительной степени вытеснил более старый процесс, и он широко применяется в нашей стране, например, в Сиракузах, штат Нью-Йорк.

Другие процессы получения соды зависят от электролиза растворов хлорида натрия. В данном случае каустическая сода и хлор являются прямыми продуктами, и хлор, полученный таким образом и сжиженный под давлением в стальных баллонах, стал важным коммерческим товаром.

В прежние времена древесная зола была источником поташа и калийных солей. Вурц в журнале (**10**, 326, 1850) предположил наличие зеленых песков Нью-Джерси в качестве источника калия и показал, как этот минерал может разлагаться, но, похоже, этот минерал никогда не использовался для этой цели. Примерно в 1861 году в Германии начали разрабатываться месторождения калийной соли, и с тех пор они стали основным источником этого материала. В настоящее время предпринимается много усилий для получения соединений калия из других источников, таких как рассолы, цементная пыль, полевой шпат и другие минералы, но пока результаты не удовлетворяют спрос.

Заключение.

Этот отчет о прогрессе химии дал лишь ограниченное представление о небольших частях предмета, поскольку количество доступного материала слишком велико по сравнению с пространством, отведенным для его изложения. Поскольку в журнале опубликовано сравнительно мало статей по органической химии, было решено освободить место для лучшего представления других вопросов, дав лишь краткое обсуждение этой чрезвычайно активной и важной области науки. По сходным причинам промышленная и металлургическая химия, а также другие отрасли, несмотря на их большой рост и важность, были оставлены без внимания, за исключением некоторых случайных ссылок на них и некоторых описаний нескольких наиболее важных промышленных химикатов.

Похоже, что у нас есть много оснований гордиться достижениями в области химии, достигнутыми за период существования Журнала, и той ролью, которую журнал сыграл в связи с ними, и, кажется, нет никаких сомнений в том, что этот прогресс не уменьшился в последнее время.

Современная тенденция химических исследований, очевидно, направлена на еще большее развитие органической химии и расширение применения физики и математики в химической теории и практике.

Очень значительные улучшения, достигнутые в химическом образовании, как в количестве учащихся, так и в качестве обучения, за рассматриваемый период, и особенно в относительно недавнее время, дают надежду на отличный прогресс в будущем.

Примечание.

153. Похоже, что наиболее точной экспериментальной демонстрацией этого закона, когда-либо сделанной, была работа Э. У. Морли, опубликованная в журнале (41, 220, 276, 1891). Он показал, что 20002 объема водорода соединяются с одним объемом кислорода.

XI СТОЛЕТНИЙ ПРОГРЕСС ФИЗИКИ

Автор : ЛИ ПЕЙДЖ

Динамика.—В начале девятнадцатого века механика была единственной крупной отраслью физической науки, достигшей сколько-нибудь значительной степени развития. Двумя столетиями ранее эксперименты Галилея по скорости падения железных шаров, сброшенных с вершины Пизанской башни, положили начало динамике. Он легко опроверг распространенную идею о том, что даже в условиях, когда сопротивление воздуха ничтожно мало, тяжелые тела будут падать быстрее легких, и дальнейшие эксперименты привели его к выводу, что увеличение скорости пропорционально времени прошедшему, а не к пройденному расстоянию, как он сначала предполагал. Менее чем столетием позже Ньютон сформулировал законы движения теми же словами, в которых они излагаются сегодня. Эти законы движения вкупе с его открытием закона всемирного тяготения позволили ему сразу же соотнести представления о планетах, которые оказались столь загадочными для его предшественников. Его успех дал огромный стимул развитию и расширению фундаментальных динамических принципов, которые он выявил, кульминацией которых стали работы великих французских математиков Лагранжа и Лапласа немногим более ста лет назад.

Следует помнить, что законы движения Ньютона применимы только к частице или к тем телам, которые могут рассматриваться как частицы в рассматриваемой задаче. В своей “Механике анализа” Лагранж расширил эти принципы таким образом, чтобы стало возможным рассматривать движение связанной системы с помощью метода, почти такого же простого, как тот, который содержится во втором законе движения. Вместо трех скалярных уравнений для каждой из бесчисленно большого числа задействованных частиц он показал, как свести обычные динамические уравнения к числу, равному числу степеней свободы системы. Это стало возможным благодаря сочетанию принципа д’Аламбера, который устраняет силы, обусловленные связями между частицами, и принципа виртуальной работы, который ограничивает количество уравнений количеством возможных независимых перемещений. Целью Лагранжа было превратить динамику в раздел анализа, и о его успехе можно судить по тому факту, что в его великой работе нет ни одной диаграммы или геометрической фигуры.

Небесная механика.—Почти одновременно с публикацией “Аналитической механики” появилась книга Лапласа “Механика Селесты”. Общепризнанной целью Лапласа было предложить полное решение великой динамической проблемы, связанной с солнечной системой, принимая во внимание, помимо влияния гравитационного поля Солнца, те

возмущения в движении каждой планеты, которые вызваны приближением и удалением ее соседей. Его анализ движения планет был настолько успешным, что его современники полагали, что они недалеки от полного объяснения мира на основе механических принципов. Сам Лаплас, несомненно, был убежден, что для того, чтобы полностью предопределить все последующее движение, не требуется ничего, кроме знания масс, положений и начальных скоростей каждой материальной частицы во Вселенной.

Величайший триумф этих динамических методов должен был произойти полвека спустя. Планета Уран, открытая в 1781 году старшим Гершелем, была в то время самой удаленной из известных планет от Солнца. Но орбита Урана была подвержена некоторым загадочным изменениям. Проанализировав все известные причины этих возмущений, Леверье во Франции и Адамс в Англии независимо пришли к выводу, что виновата другая планета, еще более удаленная от солнца, и вычислили ее орбиту. Леверье сообщил берлинскому Галле результаты своих расчетов, и в течение следующих нескольких дней немецкий астроном обнаружил Нептун в пределах одного градуса от его предсказанного положения!



И. А. Ньютон

Мы упомянем лишь еще одно достижение методов небесной механики. Эти гости небес, кометы, которые становятся такими заметными только для того, чтобы угаснуть и, возможно, исчезнуть навсегда, интересовали астрономов с самых ранних времен. Вскоре после открытия закона всемирного тяготения Ньютон разработал метод, с помощью которого элементы орбиты

кометы могут быть вычислены на основе наблюдений за ее положением. Было обнаружено, что подавляющее большинство этих тел движутся по траекториям, близким к параболическим, и лишь немногие - по эллипсам. Из последних наиболее заметной является блестящая комета, впервые наблюденная Галлеем в 1681 году. Она регулярно появлялась с интервалом в семьдесят шесть лет; последнее появление весной 1910 года, без сомнения, хорошо запомнилось читателю. Кант считал, что кометы образуются в результате конденсации солнечных туманностей, тогда как Лаплас утверждал, что они происходят из вещества, которое рассеяно по звездному пространству и не имеет никакой связи с солнечной системой. Исследование распределения наклонов орбит комет, проведенное Х. А. Ньютоном (16, 165, 1878) из Нью-Хейвена, подтвердило гипотезу Лапласа и привело к выводу, что периодические кометы были захвачены притяжением тех планет, вблизи которых они проходили. Некоторые из этих комет имеют сравнительно короткие периоды и, как обнаружено, имеют орбиты, которые в целом лишь слегка наклонены к орбитам планет и проходят в том же направлении. Более того, тот факт, что орбита каждой из этих комет проходит очень близко к орбите Юпитера, делает вероятным, что они были присоединены к солнечной системе притяжением этой планеты. Дальнейшее подтверждение этой гипотезы было предоставлено объяснением Х. А. Ньютона (42, 183 и 482, 1891) малого наклона их орбит и редкости ретроградных движений среди них.

В 1833 году произошел один из величайших метеорных потоков в истории. Олмстед (26, 132, 1834) и Твининг (26, 320, 1834) из Нью-Хейвена заметили, что эти падающие звезды движутся параллельными путями, и были первыми, кто предположил, что они, должно быть, движутся стаями по постоянной орбите. Изучив все доступные записи, Х. А. Ньютон (37, 377, 1864; 38, 53, 1864) смог показать, что метеоритные дожди обычны в ноябре и особенно интенсивны с интервалом в 33 или 34 года. Он уверенно предсказал сильный ливень на 13 ноября 1866 года, который не только действительно произошел, но за ним последовал еще один год спустя, показав, что метеоритный рой распространился так далеко, что потребовалось два года, чтобы пересечь орбиту Земли. Х. А. Ньютон (36, 1, 1888) в Америке и Адамс в Англии с большим интересом занялись изучением метеорных орбит, и первый пришел к выводу, что эти орбиты во всех смыслах подобны орбитам периодических комет, подразумевая, что метеорный рой возникает при распаде кометы. Фактически, Скиапарелли фактически отождествил орбиту Персеид, или августовских метеоров, с кометой Таттла 1862 года, и вскоре после этого было обнаружено, что орбита Леонидов, или ноябрьских метеоров, совпадает с орбитой кометы Темпеля.

Электромагнетизм.— В течение восемнадцатого века большой интерес проявлялся к изучению электростатики и магнетизма. Дюфэй, Кавендиш, Мичелл и Кулон за границей и Франклин в Америке подвергли экспериментальному исследованию многие явления одной или обеих этих наук, и в первые годы девятнадцатого века Пуассон в замечательной степени развил аналитические следствия закона силы, которые были обнаружены экспериментом. И Лаплас, и он сам широко использовали функцию, которой Грин в 1828 году дал название “потенциал” и которая является таким мощным подспорьем в решении задач, связанных с магнетизмом или электричеством в состоянии покоя.

Тем временем благодаря открытиям Гальвани и Вольты экспериментатор получил в свое распоряжение электрические токи. Большое количество элементов было соединено последовательно, и интерес, по-видимому, заключался в основном в получении ярких искр или плавлении металлов с помощью сильного тока. Хэйр (3, 105, 1821) из Пенсильванского

университета сконструировал батарею, состоящую из двух желобов по сорок элементов в каждом, расположенных таким образом, что медь и цинк можно опускать одновременно в кислоту и получать большие токи, прежде чем поляризация успеет вмешаться. Этот “дефлагратор” использовался для воспламенения древесного угля в контуре или плавления тонких проводов и в течение некоторого времени был самым мощным устройством в своем роде. Многие исследователи придерживались мнения, что “гальванизм” - это нечто совершенно отличное от статического электричества; Хэйр считал выделяемое тепло отличительным признаком электрического тока. Он говорит: “Признано, что гальваническая жидкость воздействует на атомы или между ними; в то время как механическое электричество, когда его не возбуждают, действует только на массы. Это различие может быть объяснено только моей гипотезой, в соответствии с которой теплород, влияние которого осуществляется только между атомами, считается основным действующим веществом в гальванизме”.

Пытливые умы начинали подозревать, что между электричеством и магнетизмом должна быть какая-то связь. Ибо было известно, что молния делает магнитами стальные ножи и вилки, а Франклин намагнитил швейную иглу разрядом из лейденской банки. Наконец, Эрстед из Копенгагена предпринял систематическое исследование воздействия электричества на магнитную стрелку. Его исследования были безрезультатными до тех пор, пока во время курса лекций по “Электричеству, гальванизму и магнетизму”, прочитанных зимой 1819-20 годов, ему не пришло в голову исследовать действие электрического тока на магнитную стрелку. Сначала он расположил провод, по которому подается ток, под прямым углом к игле, но, конечно, безрезультатно; затем ему пришло в голову расположить его параллельно. Было замечено отклонение, так как, к его удивлению, игла упорно продолжала поворачиваться до тех пор, пока не стала перпендикулярна проволоке.

За открытием Эрстеда о том, что электрический ток воздействует парой на магнитную стрелку, несколько месяцев спустя последовала демонстрация Ампером перед Французской академией, что два тока, текущие в одном направлении, притягивают друг друга, в то время как два в противоположных направлениях отталкиваются. История гласит, что критик попытался принизить значение этого открытия, отметив, что, поскольку было известно, что два тока действуют на один и тот же магнит, было очевидно, что они будут действовать друг на друга. После чего Араго встал на защиту своего друга. Достав из кармана два ключа, он сказал: “Каждый из этих ключей притягивает магнит; ты веришь, что поэтому они притягивают друг друга?”

Несколько лет спустя Ампер показал, как количественно выразить силу между элементами тока, и действительно, в значительной степени доказал эквивалентность между замкнутой цепью, по которой проходит ток, и магнитной оболочкой. Его анализ был настолько убедительным, а обсуждение предмета - настолько тщательным, что полвека спустя Максвелл сказал об этих мемуарах: “Теория и эксперимент в целом кажутся такими, как если бы они возникли во всеоружии из мозга ‘Ньютона электричества’. Она совершенна по форме и неопровержима в точности; и она суммируется в формуле, из которой могут быть выведены все явления и которая всегда должна оставаться основной формулой электродинамики”.

Вскоре после этого зависимость тока от проводимости используемого провода и группировки используемых ячеек стала ясна благодаря работе Ома. Многие из его результатов были получены независимо Джозефом Генри (19, 400, 1831) из Академии Олбани, который в 1831 году

описал мощный электромагнит, в котором огромное количество катушек проволоки, изолированных шелком, были намотаны на железный сердечник и соединены параллельно с одной ячейкой. В этой статье он отмечает, что при использовании длинных проводов, как в телеграфе, следует использовать множество ячеек, расположенных последовательно, тогда как для нескольких коротких проводов, соединенных параллельно, более эффективна одна ячейка с большими пластинами.

Индукция тока.— Впечатленный тем фактом, что электрические заряды обладают способностью индуцировать другие заряды на соседних проводниках, не вступая с ними в контакт, Фарадей занялся исследованием возможности аналогичного явления в случае электрических токов. Сначала его идея, по-видимому, заключалась в том, что ток должен индуцировать другой ток в любой замкнутой проводящей цепи, которая случайно оказывается поблизости. Эксперимент легко показал ложность этой концепции, но в момент возникновения и отключения тока в первичной обмотке было замечено кратковременное отклонение гальванометра во вторичной цепи. Дальнейшие эксперименты показали, что включение постоянного стального магнита в катушку, соединенную с гальванометром, приводит к отклонению стрелки. Фактически, отчет Фарадея Королевскому обществу от 24 ноября 1831 года содержит полный отчет обо всех доступных экспериментальных методах индукции тока в замкнутой цепи.

Хотя открытие индукции тока принадлежит Фарадею в силу приоритета его публикации, не должно остаться незамеченным, что Генри получил многие из тех же экспериментальных результатов независимо, а некоторые даже раньше. Генри в то время был преподавателем математики в Академии Олбани, и из-за семи часов преподавания в день было практически невозможно проводить оригинальные исследования, за исключением августовских каникул. Еще летом 1830 года он намотал 30 футов медной проволоки на якорь подковообразного электромагнита и подсоединил его к гальванометру. Когда магнит был возбужден, наблюдалось кратковременное отклонение. “Я был, однако, очень удивлен, - говорит он, - увидев, что стрелка внезапно отклонилась от состояния покоя примерно на 20° к востоку или в противоположном направлении, когда батарейку извлекли из кислоты, и снова отклонилась к западу, когда ее снова погрузили”. Кроме того, отклонение было получено путем отсоединения якоря от магнита или путем повторного приведения его в контакт. Если бы результаты этих экспериментов были опубликованы своевременно, Америка имела бы право приписать себе самое важное открытие величайшего из многих великих английских экспериментаторов. Но Генри хотел сначала повторить свои эксперименты в большем масштабе, и пока конструировались новые магниты, пришло известие об открытии Фарадея. Это привело к поспешной публикации уже проделанной работы в приложении к тому **22** журналу за 1832 год.

Почти в то же время Генри сделал еще одно важное открытие, и на этот раз никто из исследователей не опередил его в обнародовании своих результатов. В уже упомянутой статье описывается явление, известное сегодня как самоиндукция. “Когда маленькая батарейка умеренно возбуждается разбавленной кислотой и ее полюса, которые должны заканчиваться ртутными чашечками, соединены медным проводом длиной не более фута, искра не ощущается при образовании или разрыве соединения; но если использовать провод длиной тридцать или сорок футов, вместо короткого провода, хотя при установлении соединения искры не будет заметно, все же, когда его разрывают, вытягивая один конец провода из ртутного стаканчика, образуется яркая искра.... Эффект, по-видимому, несколько усиливается при наматывании

провода в спираль; по-видимому, он в какой-то мере зависит от длины и толщины провода; я могу объяснить эти явления, только предположив, что длинный провод заряжается электричеством, которое, реагируя само на себя, вызывает искру при разрыве соединения”.

Вскоре после этого Генри отправился в Принстон и там продолжил свои эксперименты в области электромагнетизма. Не возникло никаких трудностей с наведением токов третьего, четвертого и пятого порядков путем использования первой вторичной обмотки в качестве первичной для еще одной вторичной цепи и так далее (**38**, 209, 1840). Направления этих токов более высоких порядков при изготовлении или разрыве первичной обмотки сначала оказались загадочными, но были удовлетворительно объяснены год спустя (**41**, 117, 1841). Кроме того, индуцированные токи были получены из разряда Лейденской банки. Фарадею не удалось обнаружить какого-либо экранирующего эффекта проводящего цилиндра, размещенного вокруг первичной обмотки и внутри вторичной. Генри исследовал этот вопрос и обнаружил, что эффект экранирования существует только тогда, когда индуцированный ток возникает из-за замыкания первичной цепи, а не когда он вызван движением первичной обмотки.

Работа Генри носила в основном описательный характер; Фарадею оставалось разработать теорию, объясняющую открытые явления, и подготовить почву для количественной формулировки законов индукции тока. Это он сделал, представив магнитное поле с помощью силовых линий; концепция, которая впоследствии оказалась не менее ценной при применении к электростатическим проблемам. Каждый магнит и каждый ток порождают эти замкнутые кривые; в случае магнита они протягивают его от южного полюса к северному, в то время как прямой провод, по которому проходит ток, окружен концентрическими кольцами. Связь между силовыми линиями и индукцией токов содержится в правиле, согласно которому ток индуцируется в замкнутой цепи только тогда, когда происходит изменение количества силовых линий, проходящих через нее. Кроме того, зависимость силы тока от проводимости используемого провода привела к признанию того факта, что изменение магнитного потока обусловлено электродвижущей силой, а не самим током.

Большой интерес был проявлен к использованию недавно открытых сил электромагнетизма. В 1831 году Генри (**20**, 340, 1831) описал поршневой двигатель, зависящий от магнитного притяжения и отталкивания, а К. Г. Пейдж (**33**, 118, 1838; **49**, 131, 1845) изобрел множество других. Однако самой важной работой последнего было изобретение катушки Рухмкорфа. В 1836 году (**31**, 137, 1837) он обнаружил, что самые сильные удары можно получить от вторичной катушки со многими обмотками, образующей продолжение первичной обмотки с половиной числа витков. Его усовершенствование самодействующего автоматического выключателя (**35**, 252, 1839) расширило полезность индукционной катушки, а замена пучка железных проводов сплошным железным сердечником (**34**, 163, 1838) значительно повысила ее эффективность.

Сохранение энергии.—Возможно, самым важным достижением девятнадцатого века было установление принципа сохранения энергии. Несмотря на то, что “принцип сохранения живой силы” был признан французскими математиками начала века, применение этого принципа даже к чисто механическим задачам оспаривалось некоторыми учеными. В первых номерах журнала разгорается оживленная полемика относительно того, не происходит ли потери мощности, связанной с передачей импульса возвратно-поступательным частям паровой машины только для того, чтобы позже остановить движение в такте. Наконец, Исаак Дулиттл (**14**, 60, 1828) с металлургического завода Беннингтона заканчивает обсуждение уместным

замечанием: “Если при преобразовании переменного прямолинейного движения в непрерывное круговое с помощью кривошипа происходит потеря более трети мощности, как утверждает один из ваших корреспондентов, я хотел бы знать, каков был бы эффект, если бы это предположение было обратным, как в случае с обычной лесопилкой и во многих других примерах практической механики”.

Осознание эквивалентности тепловой и механической работы пришло только в середине века, несмотря на убедительные эксперименты американца графа Румфорда и англичанина Дэви, проведенные до 1800 года. Калорическая теория, согласно которой тепло является неразрушимой жидкостью, настолько прочно утвердилась на троне, что доказательствам против нее уделялось мало внимания. На самом деле успех аналитического метода, введенного Фурье в 1822 году для решения проблем теплопроводности, только усугубил трудности приверженцев кинетической теории. Но признание тепла как формы энергии было на подходе, и когда оно пришло, оно появилось почти одновременно в полудюжине разных мест. Возможно, Роберт Майер из Хайльбронна был первым, кто четко сформулировал новый принцип. Его статья “О силах неорганической природы” было отказано в публикации в “Анналене” Поггендорфа, но у другого редактора дела пошли лучше. В течение следующих нескольких лет Джоуль экспериментально определял механический эквивалент тепла с помощью ряда различных методов, некоторые из которых уже были разработаны Карно. Из тех, что он использовал, наиболее известный заключается во взбивании отмеренной массы воды с помощью лопастей, приводимых в действие падающими грузами, и вычислении тепла, выделяемого в результате повышения температуры. Однако работа молодого манчестерского пивовара не привлекала особого внимания членов Британской ассоциации, перед которыми о ней было доложено, пока Кельвин не показал им ее значимость и не привлек их интерес к ней. Тем временем Гельмгольц завершил очень тщательное исследование сохранения энергии не только в динамике и теплопроводности, но и в других разделах физики. Его статья об “Эрхальтунгах Крафта” была неодобрительно воспринята членами Физического общества Берлина, перед которыми он ее читал, и получила такое же отношение, как и статья Майера, от редактора “Анналена” Поггендорфа. “Крафт” Гельмгольца, как и “vis viva” других писателей, - это величина, которую Янг уже окрестил энергией. Однако прошло не так много лет, пока убеждения Майера, Джоуля, Кельвина и Гельмгольца не стали наиболее четко признанными из всех физических принципов. Еще в 1850 году Джереми Дэй (10, 174, 1850), покойный президент Йельского колледжа, признал невероятность построения машины, способной к постоянному движению, даже при использовании “невесомых агентов” электричества, гальванизма и магнетизма.

Термодинамика.—Важность принципа сохранения энергии заключается в том, что он объединяет под одним правилом такие разнообразные явления, как гравитация, электромагнетизм, тепло и химическое воздействие. Другой принцип, столь же универсальный по своему охвату, хотя его обоснованность скорее зависит от грубости человеческих наблюдений, чем от неизменных законов природы, был предсказан еще до того, как был четко признан первый закон термодинамики, или принцип сохранения энергии. Этот второй закон был следствием усилий по повышению эффективности тепловых двигателей. В 1824 году Карно ввел концепцию циклических операций в теорию таких двигателей. Предполагая невозможность вечного двигателя, он показал, что ни один двигатель не может иметь КПД выше, чем у реверсивного двигателя. Наконец, Клаузиус кратко выразил принцип, к которому вела работа Карно, когда он утверждал, что “для самодействующей машины невозможно без помощи какого-либо внешнего фактора передавать тепло от одного тела к другому при более

высокой температуре”. Формулировка Кельвина того же закона гласит, что “невозможно с помощью неодоушевленного материала добиться механического эффекта от какой-либо части материи, охлаждая ее ниже температуры самого холодного из окружающих объектов”.

Следствия второго закона были быстро развиты Кельвином, Клаузиусом, Рэнкином, Барнардом (16, 218, 1853, и далее.) и другими. Кельвин ввел термодинамическую шкалу температур, которая, как он показал, не зависит от таких свойств материи, как величина градуса, указываемого ртутным термометром. Эта шкала, эквивалентная шкале идеального газового термометра, впоследствии была использована Роуландом при исчерпывающем определении механического эквивалента тепла с помощью усовершенствованной формы метода Джоуля. Он нашел разные значения для разных диапазонов температур, показав, что удельная теплоемкость воды ни в коем случае не является постоянной. С тех пор электрические методы измерения этой важной величины использовались для подтверждения результатов чисто механических определений.

Было признано необходимым определение новой величины - энтропии - для математической формулировки второго закона термодинамики. Этой величине, которая действует как мера недоступности тепловой энергии, было придано новое значение, когда Больцман показал ее связь с вероятностью термодинамического состояния рассматриваемого вещества. Если два тела имеют сильно различающиеся температуры, то большое количество тепловой энергии системы доступно для преобразования в механическую работу. С макроскопической точки зрения это выражается в том, что энтропия мала, или, если учитывать движения отдельных молекул, вероятность такого состояния невелика. Интерпретация энтропии как логарифма термодинамической вероятности пролила много света на значение этой довольно сложной величины. В книге Гиббса “Элементарные принципы статистической механики” подробно рассматриваются фундаментальные допущения, связанные с этой точкой зрения, ее ограничения и следствия. В своей работе “Равновесие гетерогенных веществ”^[154] он уже распространил принцип теплового равновесия на вещества, которые больше не являются однородными. Величина введенного им химического потенциала определяет, выиграет ли одна фаза за счет другой или проиграет ей. К сожалению, аналитическая строгость и аскетизм его рассуждений в сочетании с отсутствием математической подготовки у среднего химика задержали подлинную оценку его работы и полное использование новой области, которую он открыл.

Сжижение газов.— Тем временем проблема сжижения газов привлекала большое внимание физиков-экспериментаторов. Фарадею удалось превратить в жидкость ряд веществ, которые до сих пор были известны только в газообразном состоянии. Его метод заключается в выделении газа из химических веществ, помещенных в один конец изогнутой трубки, другой конец которой погружен в замораживающую смесь. Высокое давление, вызванное получением газа, в сочетании с низкой температурой является достаточным для того, чтобы вызвать сжижение во многих случаях. Неудача с другими, более стойкими газами была необъяснима до тех пор, пока исследования Эндрюса в 1863 году не показали, что никакое давление не приведет к сжижению, если температура не опустится ниже определенного критического значения. Используемый сегодня метод снижения температуры зависит от факта, открытого Кельвином и Джоулем в связи со свободным расширением газа. Эти исследователи позволили газу выйти через пористую пробку из камеры, в которой давление было относительно высоким. За единственным исключением водорода, результатом внезапного расширения является

охлаждение газа, и даже при этом охлаждение происходит после того, как температура была достаточно низкой. С помощью этого метода были сжижены все известные газы. Гелий с температурой кипения -269°C , или всего на 4°C выше абсолютного нуля, был последним, кто был превращен в жидкость, окончательно уступив усилиям Каммерлинг-Оннеса в 1907 году. Этот исследователь^[155] обнаруживает, что при температурах, близких к абсолютному нулю, электропроводность некоторых веществ претерпевает глубокие изменения. Например, катушка из свинца обладает настолько высокой сверхпроводимостью, что ток, однажды возникший в ней, сохраняется в течение нескольких дней после прекращения действия электродвижущей силы.

Электродинамика.—Представление Фарадеем электрических и магнитных полей в виде силовых линий имело большое значение для прогнозирования результатов экспериментов по электромагнетизму. Но для того, чтобы сделать возможным количественное развитие теории, требовалась более математическая формулировка законов, управляющих этими явлениями. Это было изложено Максвеллом в его эпохальном трактате “Электричество и магнетизм”. Начиная с электростатики и магнетизма, он дает полный отчет о математических методах, которые были разработаны для решения задач в этих областях науки, а затем, обращаясь к работе Ампера, он показывает, как уравнения движения Лагранжа приводят к закону Фарадея, если сделать единственное предположение, что магнитная энергия поля является кинетической. При рассмотрении разомкнутых цепей интуиция Максвелла привела к большому прогрессу - введению тока вытеснения. Рассмотрим заряженный конденсатор, пластины которого внезапно соединяются проводом. Ток будет протекать по проводу от положительно заряженной пластины к отрицательной, но в зазоре между двумя пластинами ток проводимости отсутствует. Максвелл был настолько убежден в том, что *взамкнутых* цепях всегда должны протекать токи, что он постулировал электрическое смещение в среде между пластинами заряженного конденсатора, которое исчезает при коротком замыкании конденсатора. Таким образом, даже в так называемой разомкнутой цепи ток течет по замкнутому контуру.

Теория электромагнитного поля Максвелла основана, по существу, на представлении Фарадея в виде силовых линий деформаций и напряжений универсальной среды. Поэтому неудивительно, что он пришел к рассмотрению распространения волн в этой среде. Введение тока смещения придало форму электродинамическим уравнениям такую форму, что получилось типичное волновое уравнение для пространства, свободного от электрических зарядов и токов. Более того, возмущение оказалось поперечным, и его скорость оказалась *идентичной скорости света*. Вывод был неопровержимым. То, что свет может состоять из чего угодно, кроме электромагнитных волн чрезвычайно короткой длины, было непостижимо. Фактически Максвелл был настолько уверен в этом выводе из теории, что считал совершенно ненужным прибегать к проверке экспериментом. Ибо электромагнитная теория объясняла так много деталей, которые были выявлены в результате экспериментов со светом, что не могло быть никаких сомнений в ее достоверности. Равномерная дисперсия получила четкое объяснение в предположении, что диспергирующая среда состоит из вибраторов, имеющих естественный период, сравнимый с периодом прохождения через нее света.



James Clerk Maxwell.

Книга Максвелла была опубликована в 1873 году. Пятнадцать лет спустя Герцу,^[156] по наущению Гельмгольца, удалось экспериментально обнаружить электромагнитные волны, предсказанные теорией Максвелла. Его генератор состоял из двух металлических листов, расположенных в одной плоскости, к каждому из которых был прикреплен короткий провод, заканчивающийся ручкой. Ручки были расположены на небольшом расстоянии друг от друга и подсоединены к клеммам индукционной катушки. За счет отражения формировались стоячие волны, а положения узлов и петель определялись детектором, состоящим из подвижной проволоочной петли, содержащей воздушный зазор. Таким образом, измерялась длина волны. Герц вычислил частоту своего излучателя, исходя из его размеров, а затем вычислил скорость распространения возмущения. Несмотря на ошибку в своих расчетах, на которую позже указал Пуанкаре, он получил скорость, очень близкую к скорости света для волн, распространяющихся по воздуху, но значительно меньшую для волн, распространяющихся по проводам. Последующие работы Лечера, Саразина и де ла Рива, а также Троубриджа и Дуэйна (49, 297, 1895; 50, 104, 1895) устранили это расхождение и показали, что скорость в обоих случаях идентична скорости света. Названные последними исследователи увеличивали размер генератора до тех пор, пока не стало возможным измерить частоту, сфотографировав искру во вторичной обмотке с помощью вращающегося зеркала. Положения узлов и петель были получены с помощью болометра после того, как вторичная обмотка была настроена на резонанс с вибратором. Найденная таким образом скорость электромагнитных волн вдоль проводов находится в пределах одной десятой процента от принятого значения скорости света. Более поздние эксперименты Герца показали, что волны в воздухе подвержены преломлению и дифракции, и ему удалось поляризовать излучение, пропустив его через решетку, состоящую из параллельных металлических проволок.

Для того чтобы удовлетворить закону действия и противодействия, оказывается необходимым приписать электромагнитным волнам квазиимпульс. Когда цепочка таких волн поглощается, их импульс передается поглощающему телу, в то время как при их отражении передается импульс в два раза больший. Это следствие теории, предвиденное Максвеллом и детально разработанное Пойнтингом, Абрахамом и Лармором, было подтверждено экспериментами Лебедева, Николса и Халла.^[157] В последнем использовались тонкие торсионные весы, к которым была подвешена пара посеребренных стеклянных лопастей. Чтобы устранить эффект импульсов, создаваемых молекулами остаточного газа, подобный тому, который Крукс наблюдал в своем радиометре, показания снимались при самых разных давлениях и регистрировалось скорее баллистическое, чем статическое отклонение. После измерения давления, создаваемого светом от угольной дуги, интенсивность излучения определяли с помощью болометра. Предварительные эксперименты показали наличие давления порядка ожидаемого, а более поздние, более тщательные измерения показали хорошее количественное согласие с теорией. Это давление уже нашло важное применение в объяснении Лебедевым отталкивания хвостов комет от солнца. Эти хвосты состоят из огромных скоплений мельчайших частиц, и когда комета обращается вокруг Солнца, они испытывают отталкивание из-за давления интенсивного солнечного излучения, которое противодействует гравитационному притяжению солнца. Следовательно, хвост, вместо того чтобы следовать за кометой по ее орбите, указывает в направлении, удаленном от солнца.

Существовала некоторая неопределенность относительно того, создает ли конвекционный ток магнитное поле. Стрелка компаса отклоняется током от элемента Даниэля; получается ли тот же эффект, когда проводник заряжается электростатически, а затем вращается вокруг стрелки с

помощью изолирующей ручки? Экспериментальные трудности, связанные с решением этого вопроса, осознаются, когда принимается во внимание огромная разница между электростатическими и электромагнитными единицами измерения тока. Для сферы радиусом в один сантиметр, заряженной до потенциала в 20 000 вольт и вращающейся по кругу шестьдесят раз в секунду, ток составляет немногим более миллионной доли ампера.

Эта проблема была решена Роуландом (**15**, 30, 1878) в лаборатории Гельмгольца в Берлине в 1876 году. Твердый резиновый диск, покрытый с обеих сторон золотом, заряжался и вращался вокруг вертикальной оси со скоростью шестьдесят оборотов в секунду. При изменении знака электризации на диске аstaticкая стрелка, висящая над его центром, показала отклонение более чем на пять миллиметров. Ток был рассчитан в электростатических единицах исходя из заряда на диске и скорости его движения, а в электромагнитных единицах - из магнитного отклонения. Соотношение этих двух величин хорошо согласуется с ее теоретическим значением - скоростью света.

Хотя результат этого эксперимента был подтвержден Роуландом и Хатчинсоном в 1889 году, расследование, проведенное в Париже в 1900 году, убедило Кремье, что эффекта Роуланда не существует. Следовательно, было желательно дальнейшее повторение эксперимента. Поэтому в следующем году Адамс (**12**, 155, 1901) расположил два кольца по восемь сфер в каждом так, чтобы их можно было вращать вокруг их общей оси от пятидесяти до шестидесяти раз в секунду. Один набор сфер был подсоединен щетками к положительному полюсу батареи напряжением 20 000 вольт, другой - к отрицательному полюсу. Отклонение стрелки соседнего магнитометра наблюдалось, когда электризация двух колец менялась местами, и на основании полученных таким образом показаний было рассчитано отношение электромагнитной силы к электростатической единице тока. Было обнаружено, что эта величина отличается от скорости света всего на несколько процентов. Этот эксперимент и еще более исчерпывающие исследования, проведенные Пендером как самостоятельно, так и в сотрудничестве с Кремье, окончательно убедили научный мир в том, что конвекционный ток создает то же магнитное поле, что и ток проводимости той же величины.

Обсуждая пондеромоторную силу, испытываемую в магнитном поле проводником, по которому проходит ток, Максвелл сказал: "Следует тщательно помнить, что механическая сила, которая заставляет проводник пропускать ток поперек силовых линий магнитного поля, действует не на электрический ток, а на проводник, по которому он проходит". Холл (**19**, 200, 1880), один из учеников Роуланда, поставил под сомнение это утверждение и решил проверить его экспериментально. Попытки обнаружить увеличение сопротивления проволоки, расположенной под прямым углом к силовым линиям магнитного поля, не увенчались успехом. Таким образом, ток пропускали через умеренно широкую полоску листового золота и исследовали влияние магнитного поля на эквипотенциальные линии. Полученные результаты подтвердили убеждение Холла в том, что сила, создаваемая полем, действует на сам ток и передается через него проводнику. Дальнейшее исследование (**20**, 161, 1880) выявило такое же отклонение эквипотенциальных линий в тонких полосках других металлов, хотя было обнаружено, что в железе эффект обратный.

В последние годы девятнадцатого века произошли три события далеко идущей важности. Электрон был выделен, а его заряд и масса измерены Дж. Дж. Томсоном в Англии; рентгеновские лучи были открыты Рентген в Германии; а первые признаки радиоактивности

были обнаружены Беккерелем во Франции. Первые два, безусловно, следует отнести в значительной степени к большим достижениям в получении высокого вакуума, а последние два, возможно, не произошли бы так скоро, если бы не фотопластинка.

Электрон. — Атомная теория электричества восходит ко временам Фарадея. Его эксперименты по электролизу показали, что каждый одновалентный атом или радикал, независимо от его природы, несет одинаковый заряд, а каждый двухвалентный ион - заряд в два раза больший. Только отсутствие знания количества атомов в грамме диссоциированной соли помешало ему вычислить величину элементарного заряда. Поскольку разряд электричества через газы при низких давлениях стал предметом экспериментального исследования, было открыто другое направление подхода к изучению атома электричества. Еще в семидесятых годах Хитторф и Гольдштейн заметили, что экран, установленный перед катодом трубки Крукса, отбрасывает тень. Варли предположил, что катодные лучи, создающие тень, состоят из “ослабленных частиц вещества, излучаемых электричеством от отрицательного полюса”. Открытие того, что эти лучи отклоняются магнитным полем, привело английских физиков к выводу, что они, должно быть, состоят из заряженных частиц, причем направление отклонения было таким, чтобы заряд был отрицательным. Герц оспорил эту точку зрения на том основании, что его эксперименты показали, что на лучи не влияет электростатическое поле, и предположил, что они состоят из эфирных возмущений. Наконец Перрену удалось пропустить лучи в металлический цилиндр, который получал от них отрицательный заряд, а Ленард показал, насколько мельчайшими должны быть эти отрицательно заряженные частицы, фактически пропустив их через тонкий лист алюминия в стенке вакуумной трубки и обнаружив их присутствие в воздухе снаружи. Окончательная информация о природе электрона, как его назвал Джонстон Стоуни, была получена в результате классических экспериментов Дж. Дж. Томсона.^[158] Сначала он показал, что неспособность Герца обнаружить отклонение, когда поток электронов проходит между пластинами заряженного конденсатора, была вызвана экранирующим эффектом газообразных ионов, образующихся при разряде. С гораздо более вакуумированной трубкой он без труда добился отклонения в электростатическом поле. При использовании скрещенных электрического и магнитного полей отклонение, создаваемое одним, было просто уравновешено отклонением, вызванным другим, и на основе используемой напряженности поля была рассчитана как скорость частиц, так и отношение m заряда к массе. Было обнаружено, что первая скорость составляет примерно одну десятую скорости света, но самым поразительным результатом эксперимента было то, что было получено одно и то же значение m независимо от того, какой остаточный газ содержался в трубке или из какого металла был изготовлен катод.

Для вычисления e , а затем m необходимы другие методы. К. Т. Р. Уилсон показал, что в перенасыщенном воздухе капли воды легко образуются на заряженных молекулах и что отрицательные ионы более эффективно вызывают конденсацию, чем положительные. Используя результаты этого исследования, Thomson смог измерить элементарный заряд. Предположим, что поток отрицательных ионов проходит через перенасыщенный воздух. На каждой заряженной частице образуется небольшая капля, и облако конденсированного пара оседает на дно сосуда. Переносимый заряд и массу осажденной воды можно измерить напрямую. Закон Стокса для скорости падения мельчайшей частицы через газовую среду позволяет вычислить средний размер капель на основе наблюдаемой скорости опускания облака. Отсюда сразу следует количество образующихся капель и заряд, переносимый каждой.

Х. А. Уилсон усовершенствовал метод, отметив влияние электрического поля на скорость падения заряженных капель, и последующие эксперименты, проведенные Милликоном^[159] носили такой характер, что позволили ему проследить за движением одной капли. Вместо воды в последнем используются капли масла диаметром менее одной десяти тысячной сантиметра. Капля после того, как к ней прикрепился один или несколько электронов, фактически *взвешивается* в пересчете на заряд на ее поверхности путем приложения направленной вверх электрической силы, достаточной только для того, чтобы уравновесить силу тяжести. Затем его вес определяется независимо от плотности масла и радиуса капли, определяемого скоростью падения при отсутствии электрического поля. Сравнение этих двух выражений дает $4.774(10)^{-10}$ электростатических единиц для элементарного заряда. Объединяя этот результат со значением e m , найденным Томсоном, получается, что масса электрона составляет примерно одну восемнадцатисотую массы атома самого легкого из известных элементов, водорода.

О том, что электрон является фундаментальной составляющей всей материи, свидетельствует тот факт, что заряд и масса одинаковы независимо от источника или способа образования. Независимо от того, испускается ли нагретый металл под действием ультрафиолетового излучения, радиоактивное вещество, тело, подвергнутое воздействию рентгеновских лучей, в результате трения, это одна и та же отрицательно заряженная частица, которая образует катодный луч разрядной трубки. Более того, его влияние косвенно ощущается во многих других явлениях, и из исследования некоторых из них отношение заряда к массе может быть определено независимо. Из таких, пожалуй, наиболее интересным является эффект Зеемана.

Спектроскопия.—В начале девятнадцатого века Фраунгофер заметил, что солнечный спектр пересекает большое количество темных линий. Их присутствие было необъяснимым до тех пор, пока в 1859 году Кирхгоф и Бунзен не показали, “что цветное пламя, спектр которого содержит яркие резкие линии, настолько ослабляет лучи цвета этих линий, когда они проходят через него, что вместо ярких линий появляются темные линии, как только за пламенем помещается свет достаточной интенсивности, при котором линии в остальном отсутствуют”. Ибо внутриатомные осцилляторы должны иметь собственную частоту излучения, которое они испускают, и, следовательно, при воздействии на них лучей этой частоты, исходящих от внешнего источника, будет иметь место резонанс, и произойдет избирательное поглощение. Сравнивая яркие линии в спектрах паров металлов, освещенных газовым пламенем, с темными линиями в спектре солнца, эти исследователи показали, что многие из распространенных земных элементов присутствуют на солнце. Интерес к спектроскопии быстро рос. На смену превосходным дифракционным решеткам, изготовленным Резерфордом, пришли превосходные вогнутые решетки Роуланда. В 1877 году Дрейпер (**14**, 89, 1877) объявил об открытии ярких линий кислорода в солнечном спектре, но его интерпретация фотографий не была подтверждена работой более поздних исследователей. Лэнгли (**11**, 401, 1901) с помощью своего недавно изобретенного болометра удалось обнаружить излучение энергии солнца в инфракрасном диапазоне в количествах, намного превышающих количество, содержащееся в видимом спектре. В 1842 году Доплер обратил внимание на тот факт, что движение источника должно вызывать смещение спектральных линий, причем смещение происходит в синюю сторону, если свет приближается, и в красную, если он удаляется, а несколько лет спустя Физо предложил применить принцип Доплера к измерению скорости звезды, движущейся в пределах прямой видимости. Таким образом, спектроскоп смог восполнить один из недостатков телескопа, и этих двух вместе взятых достаточно, чтобы выявить все компоненты звездного движения. Когда

сравниваются спектры, сформированные светом от лимба солнца и от его центра, тот же эффект показывает вращение солнца вокруг своей оси. (К. С. Гастингс, **5**, 369, 1873; К. А. Янг, **12**, 321, 1876.)

Еще одно свидетельство существования Электрона.—В 1845 году Фарадей открыл вращение плоскости поляризации, когда свет проходит в направлении силовых линий через кусок стекла, помещенный между полюсами электромагнита. Однако изучение спектра светящегося пара, расположенного между полюсами магнита, не выявило какого-либо эффекта поля. Последняя проблема была заново атакована Зееманом^[160] в 1896 году, и с помощью усовершенствованных средств современной науки ему удалось обнаружить расширение линий. Более поздние эксперименты с более мощным оборудованием позволили разделить эти расширяющиеся линии на несколько компонентов.

ГИПЕРССЫЛКА^[161] сразу показал, как электронная теория дает объяснение эффекта Зеемана. Он обнаружил, что если смотреть на источник под прямым углом к линиям магнитной силы, спектральная линия должна быть разделена на три составляющие. Из них он предсказал, что средний, или не смещенный компонент, будет поляризован под прямым углом к направлению поля, а другие компоненты параллельны полю. Когда свет исходит от источника в направлении, параллельном магнитным силовым линиям, должны формироваться только две составляющие, и они должны быть циркулярно поляризованы в противоположных смыслах. Более того, исходя из разделения компонентов, можно рассчитать отношение заряда к массе электронного вибратора, который отвечает за излучение лучистой энергии. Эксперименты Зеемана подтвердили теорию Лоренца во всех деталях и дали значение m , которое в значительной степени согласуется с значением, полученным для катодных лучей. Последующие исследования, однако, показали, что во многих случаях обнаруживается больше компонентов, чем требует элементарная теория. Хейл обнаружил эффект Зеемана в свете солнечных пятен, доказав, что эти пятна на поверхности солнца являются вихрями, вызванными вращающимися рядами наэлектризованных частиц. Недавно Старк и Ло Сурдо обнаружили аналогичное расщепление линий в спектре, образованном светом от канальных лучей (лучей положительно заряженных частиц), проходящих через интенсивное электрическое поле. Это явление до сих пор не получило адекватного объяснения.

Обнаружив, что электрический ток способен создавать магнитное поле, Ампер предположил, что магнитные свойства таких веществ, как железо, можно объяснить, исходя из предположения о молекулярных токах. Электронная теория считает, что эти токи возникают из-за вращения внутри атома отрицательно заряженных частиц вокруг притягивающего ядра. Ричардсону пришло в голову, что это движение должно придать атому свойства гиростата. Следовательно, если железный стержень вращать вокруг своей оси, атомы должны сориентироваться так, чтобы их оси были более параллельны оси вращения. Таким образом, его вращение должно привести к превращению стержня в магнит. Барнетт^[162] проверил эту гипотезу и обнаружил эффект, предсказанный Ричардсоном. Исходя из силы создаваемого намагничивания, можно вычислить значение e m . Барнетт находит значение, несколько меньшее, чем для катодных лучей, но имеющее правильный порядок величины и знака. Эйнштейн и Де Хаас обнаружили обратный этому эффект, то есть вращение железного стержня, когда он внезапно намагничивается.

Рентгеновские снимки. -В 1895 году, проявив пластинку, которая лежала рядом с вакуумной трубкой, Рентген^[163] был удивлен, обнаружив на ней отчетливые маркировки. Поскольку пластинка никогда не подвергалась воздействию света, необходимо было предположить, что эффект был вызван каким-то новым и неизвестным типом излучения. Дальнейшие исследования показали, что это излучение возникает в точках, где катодные лучи падают на стеклянные стенки трубки. Было обнаружено, что помимо способности с легкостью проходить сквозь все, кроме самых плотных материальных объектов, рентгеновские лучи обладают способностью ионизировать газы, через которые они проходят, и выбрасывать электроны с металлических поверхностей, о которые они ударяются. Точки, в которых образуются эти электроны, в свою очередь, являются источниками вторичного рентгеновского излучения, свойства которого характерны для металла, из которого они исходят.

Открытие Рентгена вызвало большой интерес как среди непрофессионалов, так и в научных кругах. Из множества сделанных рентгеновских снимков снимки Райта (1, 235, 1896) из Йельского университета были первыми, которые были сделаны в этой стране. Его эксперименты были проведены сразу же после получения известия об исследованиях Рентгена и привели к публикации ряда фотографий, демонстрирующих прозрачность этих лучей бумаги, дерева и даже алюминия.

Поскольку рентгеновские лучи не искажаются электрическими или магнитными полями, Шустер, а позже Вихерт и Стоукс предположили, что они могут быть электромагнитными волнами той же природы, что и свет, но гораздо более короткими и менее регулярными. Главным возражением против этой гипотезы была неспособность либо преломлять, либо дифрагировать эти лучи. На самом деле Брэгг утверждал, что они вовсе не были эфирными возмущениями, а состояли из нейтральных частиц, движущихся с очень высокими скоростями. Наконец, Лауэ^[164] продемонстрировал их волнообразный характер, показав, что дифракция происходила при надлежащих условиях. Точно так же, как расстояние между соседними линиями решетки должно быть сравнимо с длиной волны света для формирования спектра, для дифракирования рентгеновских лучей необходима периодическая структура с пространством решетки с гораздо меньшей длиной волны. Такое сооружение в целом слишком тонкое, чтобы быть изготовленным человеческими инструментами. Природа, однако, уже подготовила его для использования человеком. Расстояние между атомами кристалла как раз такое, чтобы сделать его превосходной рентгеновской решеткой, и у Лауэ не возникло трудностей с получением дифракционных картин, когда рентгеновские лучи пропускались через блок цинковой обманки. Расстояние между соседними атомами этого кубического кристалла можно сразу вычислить по его плотности и молекулярной массе, а затем длину волны излучения, рассчитанную по полученному отклонению. Таким образом, было обнаружено, что длина рентгеновских лучей составляет менее одной тысячной длины видимого света. Дальнейшее изучение этого явления, особенно двумя Брэггами, отцом и сыном, выявило многие структурные детали более сложных кристаллов.

Наиболее значительным исследованием в этой области, начатым открытием Лауэ, является то, что предпринял Мозли^[165] всего за пару лет до того, как он погиб в окопах Галлиполи. Используя множество различных металлов в качестве антикатодов в вакуумной трубке, он измерил частоты испускаемых характеристических лучей. Он обнаружил, что если элементы расположены в порядке возрастания атомного веса, то квадратные корни из характеристических частот образуют арифметическую прогрессию. Если каждому элементу присвоить целое число,

начинающееся с единицы для водорода, двух для гелия и так далее, то окажется, что квадратный корень из частоты характеристического излучения пропорционален этому атомному номеру. Несмотря на то, что Улер недавно показал, что в широких пределах закон Мозли не укладывается в пределы экспериментальной погрешности, несомненно, этому простому соотношению следует придать большое значение.

Радиоактивность.—Через год после открытия рентгеновских лучей Беккерель обнаружил, что фотопластинка аналогичным образом подвергается воздействию излучения солей урана. Два года спустя Кюри выделили из смоляной обманки очень активные элементы полоний и радий. Прохождение лучей от этих веществ через электрические и магнитные поля выявило существование трех типов. Резерфорд и его коллеги показали, что альфа-лучи представляют собой положительно заряженные атомы гелия; бета-лучи представляют собой очень быстро движущиеся электроны; а гамма-лучи представляют собой электромагнитные импульсы той же природы, что и рентгеновские лучи, но несколько более короткие. В 1902 году Резерфорд и Содди выдвинули теорию атомного распада, согласно которой испускание луча является показателем распада атома до более простой формы. Таким образом, в радиоактивных веществах на наших глазах происходит непрерывное превращение одного элемента в другой, изменение, между прочим, которое, по-видимому, ни в малейшей степени не ускоряется или задерживается изменениями температуры (Х. Л. Бронсон, **20**, 60, 1905) или внешним электрическим состоянием радиоактивного элемента. Уран является прародителем длинной линии потомков, первым представителем которой в течение некоторого времени считался радий. Однако Болтвуд (**25**, 365, 1908) из Йельского университета показал, что медленный рост радия в растворах урана несовместим с этим предположением, и вскоре выделил промежуточный продукт, который он назвал ионием. Сам радий распадается на газ, известный как эманация радия, который, в свою очередь, дает начало ряду других продуктов. Анализы, проведенные Болтвудом (**23**, 77, 1907) радиоактивных минералов из той же местности, показывают такое постоянное соотношение между присутствующими количествами урана и свинца, что естественно заключить, что свинец является конечным продуктом ряда. Эта гипотеза подтверждается тем фактом, что в древнейших породах содержится относительно наибольшее количество этого элемента.

В дополнение к иониево-радиевому ряду были открыты еще два. Из этих исследований Болтвуда (**25**, 269, 1908), по-видимому, следует, что то, которое начинается с актиния, является побочной ветвью ряда радия и происходит от того же исходного урана. Другой начинается с тория и состоит из десяти элементов. Конечные продукты ряда актиния и тория пока не идентифицированы, хотя есть некоторые основания полагать, что изотоп свинца может быть конечным представителем последнего.

Поскольку количество радиоактивного элемента, распадающегося за данное время, пропорционально общей имеющейся массе, для полного преобразования вещества потребуется бесконечное время. Следовательно, срок службы такого элемента измеряется периодом половинной ценности, или временем, необходимым для распада половины исходной массы. Это время сильно варьируется для различных радиоактивных веществ, варьируясь от небольшой доли секунды для актиния А до пяти миллиардов лет для урана. Первоначальное определение Болтвудом (**25**, 493, 1908) срока службы радия по скорости его роста в растворе, содержащем ионий, дало в результате 2000 лет, хотя недавние измерения мисс Гледич (**41**, 112,

1916) более точно согласуются со значением 1760 лет, полученным Резерфордом и Гейгером по количеству испускаемых альфа-частиц.

Под действием рентгеновских лучей или излучения радиоактивных веществ газы приобретают проводимость, которая была приписана Томсоном и Резерфордом образованию ионов. Зеленый обнаружил, что ионы противоположного знака обладают несколько иной подвижностью в электрическом поле, а эксперименты Веллиша (39, 583, 1915) показывают, что при низких давлениях некоторые из отрицательных ионов являются электронами. Т. С. Тейлор (26, 169, 1908 *и далее.*) и Дуэйн (26, 464, 1908) исследовали ионизацию, производимую альфа-частицами, а Бамстед (32, 403, 1911 *и далее.*) изучил эмиссию электронов металлами, которые бомбардируются этими лучами. Исследования Франка и Герца, а также Макленнана и Хендерсона показывают существенную связь между потенциалом ионизации (энергией, которой должен обладать электрон, чтобы произвести ион при столкновении с атомом) и величиной, которая будет рассмотрена позже более подробно, которая была введена Планком в теорию излучения.

Научные методы.—Научный прогресс, по-видимому, следует более или менее четко определенному пути. Эксперименты выявляют скрытые процессы в природе, и выдвигаются гипотезы для соотнесения обнаруженных фактов. По мере того как обнаруживается, что все больше и больше явлений укладываются в одну и ту же схему, гипотезы, первоначально предложенные ориентировочно, хотя часто только после значительных изменений, прочно закрепляются в качестве теорий. Наконец, может возникнуть фундаментальное столкновение между двумя теориями, каждая из которых в своей соответствующей области, по-видимому, представляет единственно возможный способ корреляции большой группы явлений. Лабиринт с каждым шагом становится все более запутанным. Наконец на сцене появляется гений, который подходит к проблеме с новой, неожиданной точки зрения, и парадокс исчезает. Такие изменения точки зрения являются вехами, отмечающими прогресс науки. Что наука находится в состоянии застоя, единственной функцией которой является сбор, классификация и корреляция огромных массивов экспериментальных данных. Признаком жизнеспособности является наличие четко определенных и фундаментальных проблем, любое возможное решение которых кажется несовместимым с самыми основными истинами рассматриваемой науки. Чем больше разрастается парадокс, тем более вероятно появление новой точки зрения, которая еще на шаг приблизит к всеобъемлющей картине природы, являющейся целью натурфилософии.

Эфир.— С самых ранних времен философов привлекала возможность объяснения физических явлений в терминах всепроникающей среды. К середине девятнадцатого века эта тенденция стала настолько сильной, что английская школа физиков приписывала эфиру жесткость, плотность и почти все свойства материальных сред. На самом деле большинство физиков, казалось, забыли, что ни один эксперимент никогда не давал *прямых* доказательств существования такой среды. Только в первом десятилетии двадцатого века было осознано, что экспериментальные данные на самом деле указывают в совершенно противоположном направлении и что необходима новая точка зрения на те явления света и электромагнетизма, которые ранее были описаны в терминах универсальной среды. Некоторый отчет о развитии теории эфира и о происхождении и росте точки зрения, которая находит свое главное воплощение в принципе относительности, важен для понимания современных тенденций в формулировании философской основы научной мысли.

Во времена Ньютона и в течение столетия после него было много споров между приверженцами двух непримиримых теорий света. Гук предположил, что свет - это волновое движение, распространяющееся в однородной среде, заполняющей все пространство, а Гюйгенс показал, что из этой гипотезы можно сразу вывести закон преломления, если предположить, что скорость света в прозрачном теле меньше, чем в свободном эфире. Однако Ньютон, впечатленный тем фактом, что луч, полученный путем двойного преломления в исландском шпате, отличается от луча обычного света точно так же, как стержень прямоугольного поперечного сечения отличается от стержня круглого поперечного сечения, и не видя способа объяснить эту диссимметрию в терминах волнового движения, аналогичного продольным звуковым волнам, придерживался мнения, что свет состоит из бесконечно малых частиц, вылетающих из светящегося тела с огромными скоростями. Его репутация благодаря его открытиям в других областях была настолько велика, что эта теория света пользовалась авторитетом среди его современников и преемников до тех пор, пока труды Янга и Френеля в начале девятнадцатого века окончательно не утвердили волновую теорию. Однако, несмотря на то, что корпускулярная теория света делала предположение об эфире ненужным в той мере, в какой это касалось более простых из наблюдаемых явлений, даже Ньютон постулировал существование такой среды, частично для того, чтобы объяснить более сложные результаты экспериментов со светом, а частично для того, чтобы обеспечить средство распространения гравитационных сил.

Итак, эфир, если он вообще хочет что-либо объяснить, должен обладать по крайней мере некоторыми из более простых свойств материальных сред. Возможно, наиболее фундаментальным из них является положение в пространстве. В качестве первого приближения к объяснению оптических явлений на поверхности земли можно было бы предположить, что земля находится в состоянии покоя относительно эфира. Но создание системы Коперника сделало солнце центром солнечной системы и придало земле орбитальную скорость восемнадцать миль в секунду. В скобках можно отметить, что скорость точки на экваторе, обусловленная суточным вращением Земли, весьма незначительна по сравнению с ее орбитальной скоростью. Следовательно, во втором приближении солнце можно рассматривать находящимся в состоянии покоя относительно эфира, а землю - движущейся через эту неподатливую среду.

Первым признаком этого движения стало открытие аберрации британским астрономом Брэдли в 1728 году. Брэдли заметил, что звезды вблизи полюса эклиптики описывают небольшие круги в течение года, в то время как звезды в плоскости эклиптики колеблются взад и вперед по прямым линиям, а звезды в промежуточных положениях описывают эллипсы. Однако самым удивительным было то, что время, необходимое для завершения одной из этих небольших орбит, во всех случаях составляет ровно год. Брэдли пришел к выводу, что это явление каким-то образом зависит от движения земли вокруг Солнца, и ему не пришлось долго ждать правильного объяснения. Ибо предположим, что земля находится в состоянии покоя. Тогда при наблюдении звезды на полюсе эклиптики необходимо было бы держать ось телескопа точно под прямым углом к плоскости земной орбиты. Однако, поскольку земля находится в движении, телескоп должен быть направлен немного вперед, точно так же, как при быстрой ходьбе под дождем зонтик должен быть наклонен вперед, чтобы перехватывать капли дождя, которые в противном случае упали бы на место, которое будет занято в конце следующего шага. Угол, на который должен быть наклонен телескоп, известен как угол аберрации, и можно легко показать, что касательная этого угла равна отношению скорости Земли к скорости света. Зная скорость

земли, затем можно рассчитать скорость света. Этот метод был одним из первых, позволивших получить значение этой важной величины.

Совсем недавно для измерения скорости света были разработаны земные методы высокой точности. Наиболее точным из них является тот, который использовал французский физик Фуко в 1862 году. Луч света отражается вращающимся зеркалом от неподвижного зеркала, расположенного на некотором расстоянии, которое, в свою очередь, отражает луч обратно к движущемуся зеркалу. Последний, однако, повернулся на небольшой угол за время, прошедшее с момента первого отражения, и, следовательно, направление луча при возвращении к источнику не совсем противоположно тому, в котором он исходил. Это отклонение в направлении определяется по смещению изображения, формируемого возвращающимся светом, и исходя из этого вычисляется скорость света. Для того чтобы отклонение было заметным, расстояние между двумя зеркалами должно быть очень большим. Согласно первоначальному плану Фуко, было сочтено непрактичным увеличивать это расстояние более чем на двадцать метров, и, следовательно, смещение изображения составило менее миллиметра. Такое небольшое отклонение ограничивало точность эксперимента одним процентом. Однако в 1879 году Майкельсон (**18**, 390, 1879), в то время мастер военно-морского флота Соединенных Штатов, усовершенствовал оптические устройства Фуко до такой степени, что смог использовать расстояние почти в семьсот метров между двумя зеркалами. При скорости вращения зеркала двести пятьдесят семь оборотов в секунду полученное смещение составляло более тринадцати сантиметров. Этот эксперимент дал 299 910 километров в секунду для скорости света с вероятной погрешностью в одну часть из десяти тысяч. Более поздние исследования Ньюкомба и Майкельсона (**31**, 62, 1886) дали по существу тот же результат. Точность этих наземных определений была настолько велика, что в последнее время практикуется вычислять на основе них и угла аберрации орбитальную скорость Земли и, следовательно, расстояние земли от солнца. Этот косвенный метод измерения астрономической единицы имеет вероятную погрешность, не превышающую наилучшие методы астронома по параллаксу. (J. Lovering, **36**, 161, 1863.)

Аберрация - это эффект первого порядка, то есть она зависит от первой степени отношения скорости земли к скорости света, и на первый взгляд казалось, что это убедительно доказывает, что земля должна находиться в движении относительно светонесущей среды. Однако необходимо было решить другие вопросы, и один из них заключался в том, будет ли свет, исходящий от звезды, преломляться по-разному при прохождении через оптические приборы по сравнению со светом, имеющим земное происхождение. Араго подверг этот вопрос эксперименту и пришел к выводу, что во всех отношениях свет от звезды ведет себя так, как если бы земля находилась в состоянии покоя и звезда действительно занимала то положение, которое ей кажется занимаемым из-за аберрации. Наконец, оптические эксперименты с земными источниками, по-видимому, никоим образом не зависели от движения земли в эфире.

Чтобы объяснить эти факты, Френель выдвинул следующую теорию. Чтобы объяснить преломление, которое имеет место, когда свет проникает в прозрачное тело, необходимо предположить, что световые волны распространяются через материю медленнее, чем в свободном эфире. Теперь известно, что скорость звука изменяется обратно пропорционально квадратному корню из плотности материальной среды, через которую он проходит. Следовательно, естественно предположить, что эфир конденсируется внутри материальных объектов до такой степени, что это же соотношение связывает его плотность со скоростью

света, проходящего через него. Но когда линза или призма приводится в движение, Френель предположил, что она уносит с собой только *избыток* содержащегося в ней эфира, при этом эфир нормальной плотности остается позади. Этого предположения достаточно для объяснения результатов Араго, и в то же время оно согласуется с феноменом абберрации. Это дает для света, распространяющегося в направлении движения через движущуюся материальную среду с показателем преломления n , абсолютную скорость, на величину превышающую скорость, когда среда находится в состоянии покоя

$$(1 - 1/n^2)v,$$

что составляет лишь малую долю от скорости v , которую пришлось бы добавить, если бы конвектируемая материя увлекала за собой весь эфир, находящийся внутри нее. Это выражение было проверено непосредственно, сначала Физо в 1851 году, а позже Майкельсоном и Морли (31, 377, 1886) в этой стране. Эксперимент заключается в раздваивании луча света, пропускании одной половины в одном направлении, а другой - в противоположном направлении через струю проточной воды. При воссоединении двух лучей образуются обычные интерференционные полосы. Изменение направления движения воды приводит к смещению полос, и по величине этого сдвига вычисляется скорость, придаваемая свету движением потока. Майкельсоном и Морли было обнаружено, что расхождение между экспериментальным значением этой величины и значением, рассчитанным на основе коэффициента уноса Френеля, составляет менее одного процента, что соответствует их экспериментальной ошибке. Таким образом, выражение Френеля для скорости света в движущейся среде полностью подтверждается экспериментом. Однако его вывод, принятый сегодня, сильно отличается от его первоначального вывода.

Было отмечено, что явления поляризации привели Ньютона к отказу от волновой теории света. Единственным известным ему типом волн была продольная волна, при которой колебания частиц среды происходят в том же направлении, что и при распространении волны, и было невозможно предположить, что такая волна может обладать разными свойствами в разных направлениях под прямым углом к линии, по которой она движется. Но в 1817 году Янг предположил, что это несоответствие между волновой теорией и фактами поляризации можно устранить, предположив, что колебания, составляющие свет, совершаются под прямым углом к направлению распространения. Таким образом, в обычном свете колебания следует рассматривать как происходящие бессистемно во всех направлениях в плоскости, перпендикулярной лучу, в то время как в плоскополяризованном свете эти колебания ограничены одним направлением. Это предположение объясняло так много загадочных результатов эксперимента, что его сразу же приняли и привело к полному подтверждению волновой теории.

Теория упругого твердого тела.—Вскоре после этого Пуассону удалось решить дифференциальное уравнение, определяющее движение волны в упругой среде. Его решение показывает, что такая среда способна передавать волны двух типов — одни продольные, другие поперечные. Если η обозначает объемную упругость, η - жесткость и ρ - плотность среды, то скорости двух волн равны соответственно

$$\sqrt{((\kappa + (\frac{1}{3})n)/\rho)} \text{ and } \sqrt{(n/\rho)}$$

Теперь твердое тело обладает как сжимаемостью, так и жесткостью и, как правило, передает оба типа волн. С другой стороны, жидкость из-за своей недостаточной жесткости не может выдерживать поперечную вибрацию. Следовательно, было естественно, что Грин в поисках динамического объяснения эфира предположил в статье, прочитанной в Кембриджском философском обществе в 1837 году, что эфир обладает упругими свойствами твердого тела. Возникла одна большая трудность; возмущения внутри упругого твердого тела должны приводить к возникновению волн сжатия, а также поперечных волн. Но при экспериментальном изучении света такой вещи, как волна сжатия, обнаружено не было. Грин попытался преодолеть эту трудность, приписав эфиру бесконечную объемную эластичность. Приведенное выше выражение показывает, что продольные волны, возникающие в такой несжимаемой среде, уносились бы с бесконечной скоростью, и можно показать, что энергия, связанная с ними, была бы бесконечно малой по величине. Следующим шагом было вычисление коэффициентов пропускания и отражения света, переходящего из одной материальной среды в другую. Здесь теория упругого твердого тела не совсем успешна. Если предполагается, что эфир имеет разную плотность в двух средах, как в теории Френеля, но одинаковую жесткость, некоторые из этих коэффициентов не дают значений, требуемых экспериментом, в то время как если плотности предполагаются одинаковыми, но жесткости разными, другие коэффициенты имеют несогласованные значения. В связи с явлениями двойного лучепреломления возникают еще более серьезные трудности.

Электромагнитная теория. Начинало казаться, что эфир должен объяснять нечто большее, чем явления света, поскольку концепция Фарадея об электромагнитном воздействии, осуществляемом с помощью среды, значительно расширила его функции. Наконец, демонстрация Максвеллом того, что электромагнитные волны распространяются со скоростью света, превратила теорию света в раздел электродинамики. Сам Максвелл не применял электромагнитную теорию для объяснения отражения и преломления. Этот недостаток, однако, был исправлен Лоренцем в 1875 году. Полученные результаты, а также результаты для двойного лучепреломления (J. W. Gibbs, **23**, 262, 1882 и *последующие*) и металлического отражения (L. P. Wheeler, **32**, 85, 1911), обеспечили полное подтверждение электромагнитной теории света. Это тем более важно, если принять во внимание исключительную точность, достигаемую в оптических экспериментах. Например, Гастингс (**35**, 60, 1888) проверил конструкцию Гюйгенса для двойного преломления в исландском шпате и обнаружил, что “разница между измеренным показателем преломления ... под углом 30 ° к оси кристалла и показателем, рассчитанным на основе закона Гюйгенса и измеренных основных показателей преломления” составляет всего 4-5 единиц с шестым десятичным знаком. Со времен Максвелла диапазон электромагнитных волн неуклонно расширялся. Самые короткие волны Герца почти незаметно сливаются с самыми длинными тепловыми волнами инфракрасного диапазона, и оттуда известный спектр непрерывно проходит через видимую область к коротким волнам экстремального ультрафиолетового диапазона, недавно раскрытым Лайманом. Здесь есть небольшой промежуток, пока не будут достигнуты мягкие рентгеновские лучи, и, наконец, область излучения заканчивается гамма-лучами длиной в миллиардную долю сантиметра.

Эфир Максвелла не был динамическим эфиром в смысле упругой твердой среды Грина. Несмотря на то, что Максвелл всегда был активен в разработке механических аналогов для иллюстрации явлений электромагнетизма, он никогда не испытывал энтузиазма по поводу

спекуляций сторонников динамического эфира. Уравнения электродинамики давали точное представление об электрических и магнитных полях, и он чувствовал, что дальше этого идти нет необходимости. То, что Гиббс (23, 475, 1882) придерживался той же точки зрения, становится очевидным из заключительных абзацев статьи, в которой он показывает, что электромагнитная теория света в мельчайших деталях объясняет сложные явления, сопровождающие прохождение света через среду с круговой поляризацией. Он говорит:

“Законы распространения света плоскими волнами, которые, таким образом, были выведены из единственной гипотезы о том, что возмущение, с помощью которого передается свет, состоит из соленоидальных электрических потоков, ... по существу, являются теми, которые принимаются как воплощающие результаты эксперимента. Насколько известно автору, они ни в коей мере не противоречат результатам эксперимента и не требуют помощи вспомогательных и вынужденных гипотез, чтобы привести их в соответствие с ними.

В этом отношении электромагнитная теория света резко контрастирует с той теорией, в которой эфиру приписываются свойства упругого твердого тела, — контраст, который был очень отчетливым при выводе Максвеллом законов Френеля из электрических принципов, но становится более разительным по мере того, как мы углубляемся в детали предмета и принимаем во внимание отсутствие абсолютной однородности в среде, чтобы охватить явления дисперсии цветов и круговой и эллиптической поляризации”.

Дальнейшие динамические теории.—Кельвин, однако, не был удовлетворен этим типом эфира. Для него динамика была основой всех физических явлений, и ничто не могло быть объяснено до тех пор, пока не была предоставлена механическая модель. Поэтому он вернулся к теории упругого твердого тела и развил следствия из предположения, уже использованного Коши, о том, что эфир обладает отрицательной объемной эластичностью такого значения, что скорость волны сжатия равна нулю. Чтобы предотвратить коллапс такого эфира, необходимо предположить, что он жестко закреплен на своих границах и что ни в одной точке его внутренней части не могут образоваться полости. Теперь Гиббс (37, 129, 1889) указал на замечательный факт, что уравнения, описывающие движение квазилабильного эфира Кельвина, имеют точно такую же форму, что и электромагнитные уравнения. Электрическое смещение представлено фактическим смещением эфира, магнитная напряженность - вращением. Следовательно, все, что может быть объяснено электродинамическими уравнениями, находит аналог в терминах эфира Кельвина. Еще один тип динамического эфира, который соответствует известным фактам, был предложен Маккалагом и усовершенствован Лармором. В этом эфире заложена вращательная упругость, такая, которая существовала бы, если бы каждая частица среды состояла из трех жестко соединенных гироскопов с взаимноперпендикулярными осями. В этом эфире электрические смещения соответствуют вращениям, а магнитные напряжения - эфирному смещению.

Новая точка зрения.— В то время как динамическая школа все еще доминировала в Англии, на континенте развивалась другая точка зрения. Кирхгоф отрицал, что в компетенцию науки входит предоставление механических объяснений эфира и электродинамических явлений, таких, какие Кельвин считал необходимыми для того, чтобы сделать эти явления понятными. Кирхгоф утверждал, что объект науки носит чисто описательный характер: явления должны наблюдаться, классифицироваться, а взаимные связи описываться наименьшим количеством возможных дифференциальных уравнений. Мах выразил ту же мысль несколько более кратко,

когда утверждал, что целью науки является “экономия мышления”. Например, во времена Ньютона движение планет можно было вполне удовлетворительно описать с помощью трех законов Кеплера. Движение падающих тел на поверхности земли было с достаточной степенью точности описано Галилеем. Ценность закона всемирного тяготения Ньютона, однако, заключалась в том факте, что это великое обобщение позволило описать эти и многие другие типы движения одной простой формулой, вместо того чтобы оставлять каждый из них на усмотрение ряда отдельных и, по-видимому, не связанных законов. Важность такого обобщения измеряется экономией мышления, которую оно привносит.

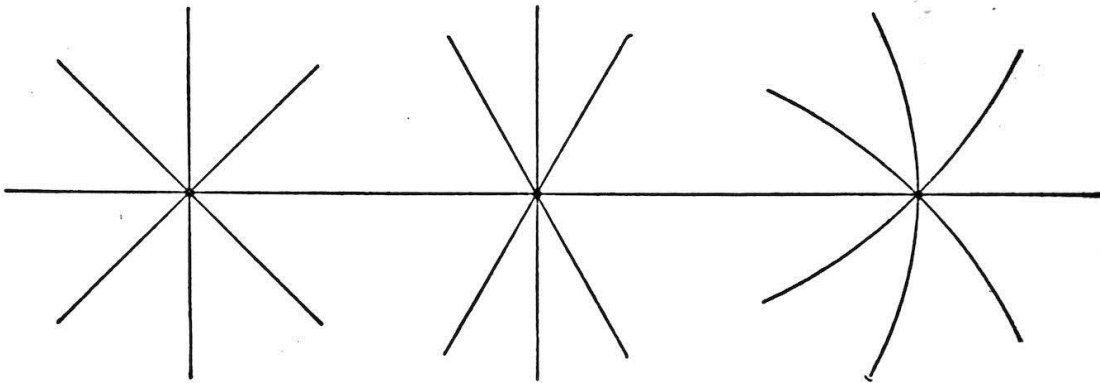


Рис. 1. Рис. 2. Рис. 3.

Электронная теория.— Электронная теория привела к изменению идеи Кельвина о том, что динамические принципы должны лежать в основе электродинамики. Лоренц показал, что строгое решение уравнений электродинамики полностью устраняет ток смещения Максвелла, но заставляет электромагнитное поле в точке пространства зависеть не от распределения зарядов и токов *в тот же* момент времени, а в более ранний момент времени, достаточный для того, чтобы эффект распространялся со скоростью света от зарядов и токов, создающих поле, до точки, в которой должны быть найдены электрическая и магнитная напряженности. Положение элемента заряда или тока в это более раннее время он обозначал как его “эффективное положение”. Таким образом, эффективное распределение - это то, что фактически *видно* наблюдателем, находящимся в рассматриваемой точке в момент, для которого должна быть определена напряженность электромагнитного поля. Это решение уравнений электродинамики, в свою очередь, привело к строгим выражениям для электрической и магнитной интенсивностей, создаваемых очень маленькой заряженной частицей, такой как электрон. Рис. 1 показано электростатическое поле, создаваемое заряженной частицей в состоянии покоя. Силовые линии распространяются радиально и равномерно во всех направлениях. На рис. 2 предполагается, что электрон имеет скорость v по горизонтали справа от величины, меньшей, чем скорость света. Видно, что электрические силовые линии все еще расходятся радиально от заряда, но сосредоточены в экваториальной плоскости и расходятся в полярных областях. Диссимметрия растет с увеличением скорости до тех пор, пока при достижении скорости света поле не будет полностью сосредоточено в плоскости, расположенной под прямым углом к направлению движения. Теперь можно показать, что рис. 2 получается из рис. 1 путем *уменьшения размеров в направлении движения в соотношении*

$$\sqrt{1 - \beta^2}: 1, \text{ где } \beta \equiv v/c.$$

Электрическое поле с равномерной конвекцией отличается от электростатического поля только тем, что размеры в направлении движения сокращаются в этом конкретном соотношении. Рис. 3 представляет электрическое поле заряженной частицы, которая имеет равномерное ускорение справа. Рассмотрим аналогию Фарадея между силовыми линиями и растянутыми эластичными лентами. Симметрия первых двух рисунков показывает, что ни в одном из этих случаев на заряженную частицу не действовала бы результирующая сила. Но на третьем рисунке очевидно, что сила слева действует на заряд его собственным полем. Расчет показывает, что эта сила пропорциональна по величине ускорению. Пусть будет постулировано, что результирующая сила, действующая на заряженную частицу, всегда равна нулю. Тогда, если F — приложенная сила, сила, действующая на частицу из-за реакции ее поля, будет равна $-mf$, где f обозначает ускорение, а m — положительная постоянная, и мы имеем фундаментальное уравнение динамики

$$F - mf = 0$$

Следовательно, вместо признания утверждения Кельвина о том, что всем физическим явлениям должно быть дано механическое объяснение, казалось бы, более логичным утверждать, что электродинамика фактически лежит в основе механики.

Расчет показывает, что электромагнитная масса m изменяется обратно пропорционально радиусу заряженной частицы. Теперь эксперименты Томсона позволили вычислить массу электрона. Следовательно, его радиус может быть вычислен, и оказывается, что он составляет примерно $2 \cdot 10^{-13}$ частей сантиметра, или одну пятидесятитысячную часть радиуса атома. Поскольку такие маленькие числа не имеют большого значения, рассмотрим следующую иллюстрацию, отчасти благодаря Кельвину. Представьте, что каплю воды нужно увеличивать до тех пор, пока она не станет размером с землю. Отдельные атомы тогда имели бы размер бейсбольных мячей. Теперь увеличьте один из этих атомов, пока он не станет сравним по размеру с собором Святого Петра в Риме. Электроны внутри атома выглядели бы как несколько песчинок, разбросанных по ступице. Это разделение между составляющими атом электронами, столь большое по сравнению с их размерами, объясняет, как альфа-частицы могут миллиардами вылетать через тонкостенные стеклянные трубки, не оставляя за собой никаких отверстий и ни в малейшей степени не нарушая высокого вакуума внутри трубки. Гораздо более мелкие высокоскоростные бета-частицы проходят в среднем через десять тысяч атомов, даже не приближаясь достаточно близко к одному из составляющих электронов, чтобы отделить его и сформировать ион.

Эксперимент Майкельсона-Морли.—В 1881 году Майкельсон (**22**, 120, 1881) разработал оригинальный и смелый метод измерения орбитального движения Земли через светоносный эфир. Поскольку эксперимент был сопряжен со значительными затратами, к Беллу, изобретателю телефонной трубки, успешно обратились за средствами, необходимыми для его проведения. Экспериментальный план Майкельсона заключался в следующем: луч света, движущийся в направлении движения земли, попадает в беззеркальное зеркало m под углом 45° . Часть света проходит сквозь него, остальная часть отражается под прямым углом к его первоначальному направлению. Каждый луч отражается зеркалом на расстоянии l от m . При повторной встрече луч, путь которого проходил под прямым углом к направлению движения земли, проходит дальше через зеркало, в то время как другой луч отражается так, что они совпадают и образуют интерференционные полосы. Теперь рассмотрим влияние движения

земли на траектории двух лучей. На рис. 4 предполагается, что земля движется вправо. Несеребряное зеркало m раздваивает луч света, исходящий от источника a . К тому времени, когда луч, отраженный от m , доберется до зеркала b и обратно, m переместится вперед на m' ; расстояние $2\beta l$, где малая величина β представляет собой отношение скорости Земли к скорости света. Следовательно, длина пути, пройденного этим лучом, приблизительно равна $2l(1 + \frac{1}{2}\beta^2)$.

Другой луч достигнет зеркала c после того, как последнее продвинется вперед на некоторое расстояние

$$\beta l / (1 - \beta^2)$$

и по возвращении найдите m в m' . Следовательно, его путь имеет длину примерно $2l(1 + \beta^2)$. Разница в пути двух лучей составляет $\beta^2 l$, и, следовательно, они должны быть немного не в фазе при встрече в точке d . При повороте устройства по часовой стрелке на 90° направления двух лучей относительно движения земли меняются местами, и можно ожидать, что интерференционные полосы сместятся на величину, соответствующую разнице в траектории в $2\beta^2 l$. Эта величина, конечно, мала, — β^2 составляет примерно одну стомиллионную, — но методы интерферометрии настолько чувствительны, что Майкельсон был уверен, что сможет обнаружить движение земли через эфир. Устройство состояло из стола, который можно было поворачивать вокруг вертикальной оси почти так же, как стол для спектрометра, и снабженного кронштейнами длиной в метр для крепления зеркал b и c . При такой длине кронштейна интерференционные полосы от натриевого света должны смещаться на величину, соответствующую четверти длины волны, когда стол повернут под прямым углом. Когда эксперимент проводился впервые, прибор был установлен на каменном столбе в Физическом институте в Берлине. Прибор был настолько чувствителен к внешним вибрациям, что даже после полуночи оказалось невозможным получить стабильные показания. Наконец, в подвале Астрофизической обсерватории в Потсдаме был заложен удовлетворительный фундамент. Но каково же было удивление экспериментаторов, когда они обнаружили, что ожидаемого сдвига интерференционных полос не было!

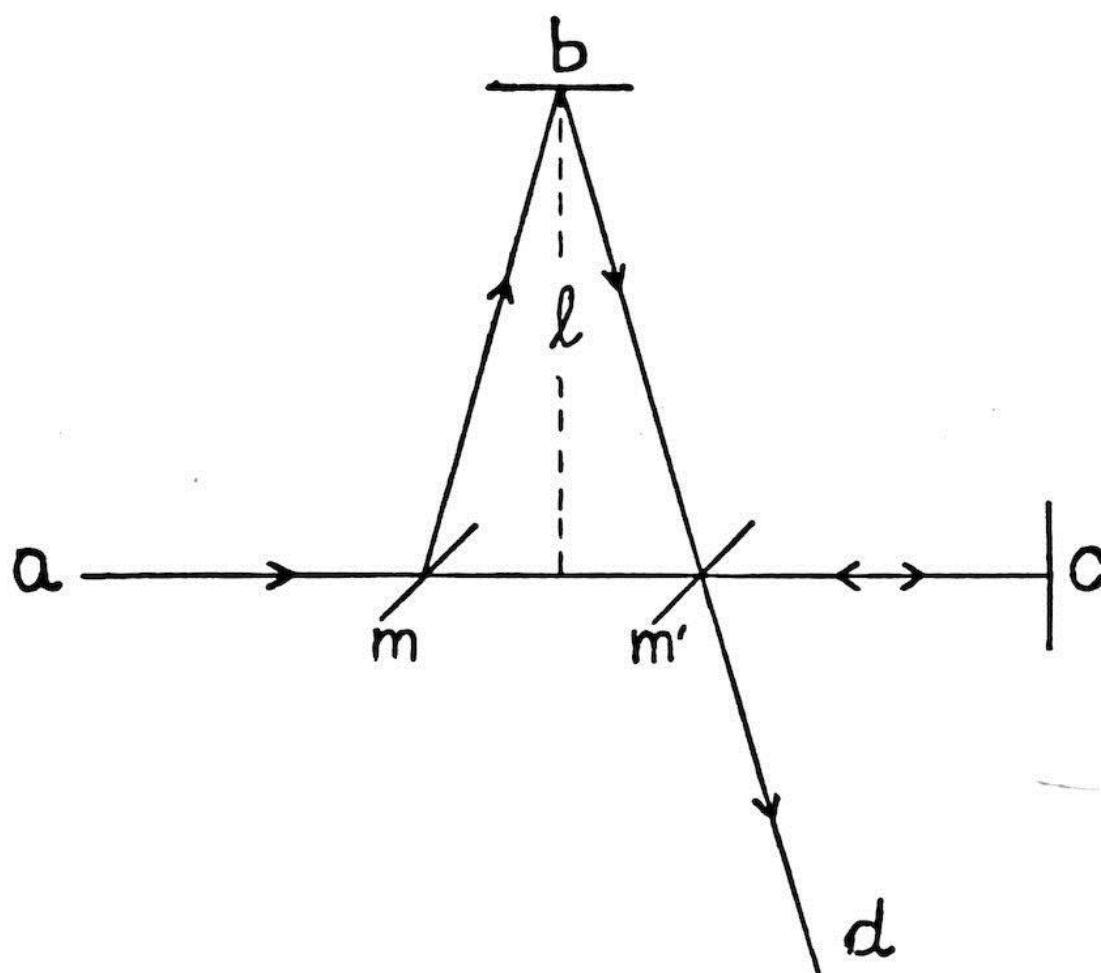


Рис. 4.

Чрезвычайная деликатность эксперимента сделала желательным подтверждение результата путем его повторения. Это было сделано Майкельсоном и Морли (**34**, 333, 1887) в 1887 году. Вместо вращающегося стола для переноски аппарата использовалась массивная каменная плита, плавающая на ртути. Эта плита постоянно вращалась, наблюдатель следовал за ней по кругу. Более того, точность эксперимента была значительно повышена за счет отражения каждого луча взад и вперед по пластине несколько раз между выходом из зеркала и возвращением в него. Достигнутая точность была такова, что оправдывала заявление Майкельсона о том, что если искомый эффект действительно существует, то он не может быть столь велик, как одна двадцатая от его расчетного значения. В 1905 году Морли и Миллер^[166] повторили эксперимент во второй раз, и им удалось повысить чувствительность аппарата до такой степени, что можно было обнаружить движение в эфире со скоростью, равной одной десятой орбитальной скорости Земли.

Смещение, которое искали в эксперименте Майкельсона-Морли, известно как эффект второго порядка, поскольку оно зависит от квадрата отношения скорости Земли к скорости света. Майкельсон сначала посчитал, что полученный отрицательный результат подтверждает теорию, предложенную Стоксом, в которой предполагалось, что эфир внутри и вблизи ее поверхности участвует в движении земли, в то время как на расстоянии он практически неподвижен. Но есть много возражений против теории Стокса, одно из которых было выдвинуто

экспериментом Майкельсона (3, 475, 1897), в котором он попытался методом интерференции обнаружить разницу в скорости света на разных уровнях над поверхностью Земли. Полученный отрицательный результат привел его к выводу, что если бы теория Стокса была верна, то влияние земли на эфир должно было бы распространяться на расстояние над ее поверхностью, сравнимое с ее диаметром. Тем временем последовало более удовлетворительное объяснение. Было указано, что равномерно конвектируемое электрическое поле выводится из электростатического поля путем уменьшения размеров в направлении движения в соотношении

$$\sqrt{(1 - \beta^2)} : 1.$$

Фицджеральд и Лоренц независимо друг от друга показали, что если движущаяся материя искажается таким же образом, то результат, полученный Майкельсоном, был бы именно таким, какого и следовало ожидать. Ибо тогда расстояние от зеркала до m было бы

$$l\sqrt{(1 - \beta^2)}$$

вместо l , и траектория луча движется параллельно орбите земли

$$2l(1 + \frac{1}{2}\beta^2),$$

который является как раз тем, что относится к другому лучу. Конечно, когда устройство поворачивается на 90° , расстояние от этого зеркала до m снова принимает свое нормальное значение, а расстояние до другого зеркала сокращается. Поскольку все измерения заключаются в сравнении объекта, подлежащего измерению, с эталоном, это сжатие никогда не могло быть обнаружено экспериментальными методами, поскольку измерительный стержень сжимался бы точно в том же соотношении, что и тело, подлежащее измерению.

При вычислении его электромагнитной массы Абрахам предположил, что электрон представляет собой равномерно заряженную твердую сферу, которая сохраняет свою сферическую форму независимо от того, насколько большую скорость ей можно придать. Он обнаружил, что масса увеличивается со скоростью на очень высоких скоростях, становясь бесконечной по мере приближения к скорости света, и что ее величина зависит от направления приложенной силы. После того, как сокращение Фицджеральда-Лоренца было признано необходимым для объяснения результата Майкельсона, Лоренц вычислил электромагнитную массу заряженной сферы, которая при приведении в движение деформируется в сплюснутый сфероид. Для этого типа электронов масса также приближается к бесконечности при скоростях, столь же больших, как у света, и различна для разных направлений. Если сила приложена в направлении движения, то инерция, которую нужно преодолеть, немного больше, чем когда сила приложена под прямым углом к этому направлению. Таким образом, мы должны различать продольную и поперечную массы. Но массы электрона Лоренца не являются такими же функциями его скорости, как массы электрона Абрахама. Кауфман, а вслед за ним Бухерер экспериментально проверили связь между поперечной массой и скоростью, наблюдая отклонения, создаваемые электрическими и магнитными полями на траекториях высокоскоростных бета-частиц. Работа последнего была настолько убедительным подтверждением формулы Лоренца, что можно считать доказанным, что движущийся электрон, по крайней мере, испытывает сжатие в направлении движения в соотношении

$$\sqrt{(1 - \beta^2)} : 1.$$

Электромагнитная теория света оказалась настолько успешной в применении к покоящимся телам, что Лоренцу не терпелось распространить эту теорию на оптику движущихся сред. Его задача состояла в том, чтобы найти группу однородных линейных преобразований, которые оставили бы форму уравнений электродинамики неизменной. Эксперимент Майкельсона-Морли показал, что размеры в направлении движения в движущейся системе должны быть сокращены, а размеры под прямым углом оставаться неизменными. Но вскоре Лоренц обнаружил, что также необходимо использовать новую единицу времени в движущейся системе, и поскольку было обнаружено, что это время зависит от *положения* точки, в которой оно должно определяться, он назвал его *местным* временем. Преобразование Лоренца - это всего лишь преобразование принципа относительности, но ему не удалось выразить уравнения электродинамики в терминах новых координат и времени точно в той же форме, что и для системы в состоянии покоя, по той причине, что ему не удалось придать этим новым единицам измерения достаточную реальность, чтобы оправдать их использование, когда дело дошло до преобразования члена скорости, участвующего в электрическом токе.

Принцип относительности.—В 1905 году в "Анналах физики" появилась^[167] статья, призванная полностью изменить точку зрения, с которой следует подходить к проблемам теории света и электромагнитного поля. Автором был Альберт Эйнштейн из Берна, Швейцария, молодой человек двадцати шести лет, который уже внес ряд заметных вкладов в теоретическую физику.

Принцип относительности, предложенный Эйнштейном, ни в коем случае не был новым для изучающих динамику. Первые два закона движения Ньютона очень четко выражают тот факт, что в механике любое движение относительно. Сила пропорциональна ускорению, и соотношение между ними одинаково независимо от того, относится ли рассматриваемое движение к фиксированным осям или к осям, движущимся с постоянной скоростью. Но в связи с явлениями света и электромагнетизма дело обстоит совсем иначе. Там все относилось к фиксированному эфиру, и даже несмотря на то, что Лоренц нашел набор преобразований, которые оставили электродинамические уравнения практически неизменными, он продолжал мыслить в терминах эфира. Поэтому физики были немало удивлены, когда Эйнштейн постулировал, что ни один эксперимент, практический или идеальный, никогда не сможет провести различие между двумя системами таким образом, чтобы оправдать утверждение, что одна из них находится в состоянии покоя, а другая - в движении. Любое движение относительно, и законы, управляющие физическими, химическими и биологическими явлениями, одинаковы в терминах единиц одной системы и в терминах единиц любой другой.

Далее Эйнштейн рассматривает некоторые очень фундаментальные вопросы. Что мы имеем в виду, когда говорим, что два события, одно в точке А, а другое в точке В, удаленной от точки А, происходят в одно и то же время? Очевидно, что выражение не имеет значения, если в двух точках не установлены синхронные часы. Но как определить, являются ли эти два времени синхронными? Если бы между А и В можно было установить мгновенную связь, дело было бы достаточно простым. Однако, поскольку бесконечная скорость передачи недоступна, пусть световая волна будет отправлена из пункта А в пункт В и возвращена в пункт А сразу же по ее прибытии. Если время, указанное часами в точке В при приеме сигнала, находится на полпути между временем, в которое он покинул точку А, и временем, в которое он прибывает при возвращении, то эти два тактовых сигнала можно считать синхронными. Теперь, если требуется измерить длину стержня, который движется параллельно шкале, с помощью которой должно быть произведено измерение, необходимо отметить положения двух концов стержня *в один и*

тот же момент времени. Таким образом, даже измерение длины движущегося тела зависит от условия синхронности в разных точках пространства.

Принцип относительности требует, чтобы скорость света в одной системе была одинаковой, как и в другой, относительно которой первая находится в движении. Следовательно, определение синхронизма позволяет получить набор преобразований, связывающих измерения пространства и времени в одной системе с измерениями в другой. Эта группа преобразований - это именно то, что, как обнаружил Лоренц, преобразует уравнения электродинамики в них самих. Но точка зрения Эйнштейна выявила замечательную взаимность, которую упустил Лоренц. Если два параллельных стержня MN и OP находятся в движении относительно друг друга в направлении их длин, наблюдателю, находящемуся в состоянии покоя, OP не только кажется укороченным относительно MN, но и MN кажется короче нормального в том же соотношении наблюдателю, который движется вместе со стержнем OP.

Согласно теории Эйнштейна, скорость света является максимальной скоростью, с которой может передаваться сигнал. Это приводит к его знаменитой теореме сложения. Рассмотрим трех наблюдателей А, В и С. Пусть В движется относительно А со скоростью, равной девяти десятым скорости света, а С - в том же направлении с равной скоростью относительно В. В терминах старомодных представлений о времени и пространстве скорость С относительно А была бы вычислена как одна и восемь десятых скорости света. Но теория относительности определяет ее как девять десятых скорости света. Поскольку скорость света никогда не может быть превзойдена скоростью какого-либо материального объекта. Этот вывод из теории самым поразительным образом подтверждается тем фактом, что, хотя бета-частицы наблюдались со скоростями, достигающими девяти десятых световой, скорость света никогда не бывает полностью равной. Можно мимоходом заметить, что принцип относительности требует, чтобы массы всех материальных тел изменялись в зависимости от скорости таким же образом, как, как обнаружил Лоренц, это имеет место в случае электромагнитной массы деформируемого электрона. В связи с этим Бамстед (26, 498, 1908) разработал элегантный метод определения отношения продольной массы к поперечной.

Тесная связь между электродинамикой и принципом относительности очевидна из того факта, что и то, и другое приводит к одинаковым преобразованиям времени и пространства. Более того, Л. Пейдж (37, 169, 1914) показал, что уравнения электродинамики могут быть выведены точно и во всей их полноте не более чем из кинематики теории относительности и предположения, что каждый элемент заряда является центром равномерно расходящихся силовых линий. Следовательно, можно с уверенностью утверждать, что ни одно чисто электромагнитное явление никогда не может вступить в противоречие с этим принципом. Простота, приносимая таким образом в решение определенного класса задач, огромна. В качестве примера рассмотрим вопрос о том, замедляется ли движущаяся звезда реакцией своего собственного излучения. Эта чисто электродинамическая задача настолько сложна, что попытки ее решения привели к некоторым разногласиям среди специалистов по математической физике. Принцип относительности говорит нам, не прибегая к анализу, что никакого замедления существовать не может.

На протяжении девятнадцатого века эфир играл фундаментальную роль во всех важных физических теориях света и электромагнетизма. Но если эксперимент не позволяет обнаружить даже состояние движения эфира, зачем постулировать существование такой среды? Если она

не обладает самой фундаментальной характеристикой материи, то как она может обладать такими производными свойствами, как плотность и эластичность, — свойствами, которыми должна обладать любая мыслимая *механическая* среда, чтобы передавать поперечные колебания? Релятивист не отрицает существования эфира. Для него этот вопрос имеет не больше значения, чем если бы его попросили высказать мнение относительно реальности параллелей широт на поверхности Земли. Как удобное средство выражения при описании определенных явлений, эфир во многом оправдал то использование, которое было сделано из него. Но приписывать ему степень существенности, для которой нет оснований в эксперименте, значит превращать его из вспомогательного средства в препятствие для прогресса науки. С релятивистской точки зрения различие очень четкое между теми движениями заряженных частиц, которые наблюдаются экспериментально, и такими геометрическими условностями, как электромагнитные поля, или аналитическими символами, такими как электрическая и магнитная интенсивности. Эти способы представления были и остаются наиболее полезными и важными, но их ценность для научного описания не должна приводить к недооценке их чисто спекулятивного характера.

Наконец, следует обратить внимание на тот факт, что открытия индуктивной науки, воплощенные в великом обобщении, которое мы только что обсуждали, привели к более глубокому знанию природы времени и пространства, чем двадцать веков самоанализа со стороны профессиональных философов. Минковски, чьи надежды на более высокие достижения были прерваны безвременной кончиной, показал, что четырехмерная геометрия делает возможным представление с прекрасной простотой временных и пространственных отношений этой теории. Единое временное и три пространственных измерения сливаются таким образом, что образуют единое целое без малейшего различия между этими фундаментальными величинами. Уилсон и Льюис^[168] сделали это представление знакомым американским читателям благодаря их замечательному переводу работы Минковски в обозначения векторного анализа Гиббса.

Установлено, что аберрация, эффект Доплера, аномальная дисперсия — действительно, все известные явления — согласуются с принципом относительности. Однако следует иметь в виду, что этот принцип применим только к системам, движущимся относительно друг друга по прямым линиям с постоянными скоростями. То, что во вращении есть что-то абсолютное, было признано с тех пор, как Фуко провел свой знаменитый эксперимент с маятником в 1851 году. Этот эксперимент (К. С. Лайман, **12**, 251 и 398, 1851) состоял в том, чтобы заставить колебаться маятник, состоящий из шара из тяжелой латуни, подвешенного на длинной проволоке, таким образом, чтобы избежать заметной эллиптичности в его движении. Наблюдение скорости, с которой земля вращается относительно плоскости колебаний маятника, дало возможность измерить вращение земли вокруг своей оси *без привязки к небесным телам*. Используемый сегодня гироскопический компас предоставляет еще один наземный метод определения этого вращения.

Будущее физики.—Временами на протяжении истории физики казалось, что фундаментальные законы этой науки были сформулированы настолько полно, что будущим поколениям ничего не оставалось, кроме рутинного вывода в полном объеме следствий этих законов и повышения точности методов, используемых для измерения фигурирующих в них констант. На то, что Лаплас придерживался этой точки зрения, уже указывалось, и Максвелл в своей вступительной лекции на открытии Кавендишской лаборатории в 1871 году сказал: “Эта характеристика

современных экспериментов — то, что они состоят в основном из измерений, - настолько заметна, что, по-видимому, распространилось мнение, что через несколько лет все великие физические постоянные будут приблизительно оценены, и что единственное занятие, которое тогда останется людям науки, будет заключаться в переносе этих измерений в другую систему десятичных дробей”. То, что сам он не придерживался такой точки зрения, становится очевидным из следующего абзаца. “Но мы не имеем права так думать о неисследимых богатствах творения или о неизведанной плодovitости тех свежих умов, в которые эти богатства будут продолжать вливаться. Возможно, верно, что в некоторых из тех областей открытий, которые открыты для таких грубых наблюдений, какие могут быть сделаны без искусственных методов, великие исследователи прошлых времен присвоили большую часть того, что ценно, и что оставшиеся фрагменты востребованы скорее из-за их непонятности, чем из-за их внутренней ценности. Но история науки показывает, что даже на том этапе ее развития, когда она посвящает себя повышению точности численного измерения величин, с которыми она давно знакома, она готовит материалы для покорения новых регионов, которые остались бы неизвестными, если бы она довольствовалась грубыми методами своих первых пионеров....”

Те, кто следил за прогрессом физики в течение последних двадцати лет, согласятся с тем, что прогноз Максвелла относительно перспектив его науки не был завышенным. И все же работа, проделанная в прошлом, кажется незначительной по сравнению с тем, что осталось на будущее. Многие из нерешенных проблем связаны с подгонкой друг к другу загадочных деталей, но есть по крайней мере одна, решение которой, по-видимому, требует радикальной модификации наших фундаментальных физических концепций. Это формулировка законов, управляющих движением электронов и положительно заряженных частиц внутри атома.

Черное излучение.—Важность проблемы впервые была выявлена благодаря изучению черного излучения. Под черным телом подразумевается то, отличительной характеристикой которого является то, что оно испускает и поглощает излучение всех частот, а черное излучение - это то, которое будет существовать в тепловом равновесии с таким телом. Интерес этого типа излучения заключается в том факте, продемонстрированном Кирхгофом, что его природа зависит только от температуры черного тела, с которым оно находится в равновесии, и ни от одной из физических или химических характеристик этого тела. Таким образом, мы можем говорить о “температуре” самого излучения, подразумевая под этим температуру материального тела, с которым оно находилось бы в равновесии.

Проблема черного излучения состоит в том, чтобы найти распределение энергии между волнами разной частоты при любой заданной температуре. Первый шаг к решению был сделан, когда Стефан экспериментально показал, а Больцман - как вывод из термодинамики и электродинамики, что общая плотность энергии, суммируемая по всем длинам волн, изменяется в зависимости от четвертой степени абсолютной температуры. Если плотность энергии нанести по оси ординат, а длину волны - по оси абсцисс, экспериментальная кривая для любой температуры поднимается от оси абсцисс в начале координат, достигает максимума и снова падает до нуля, когда длина волны становится бесконечно большой. Теперь закон смещения Вина, второй важный шаг на пути к определению формы этой кривой, показывает, что с повышением температуры длина волны, которой соответствует ее наивысшая точка, становится короче, — фактически эта конкретная длина волны изменяется обратно пропорционально абсолютной температуре. Этот теоретический вывод полностью подтверждается экспериментом. (Дж. У. Дрейпер, 4, 388, 1847.)

Дальше этого общие принципы термодинамики пойти не в состоянии. Статистическая механика, однако, утверждает, что когда большое количество однотипных элементов находятся в тепловом равновесии, средняя кинетическая энергия, связанная с каждой степенью свободы, равна универсальной константе, умноженной на абсолютную температуру. Этот “принцип равного распределения энергии” применялся различными способами для получения закона излучения. Наиболее простой метод основан на равновесии, которое должно наступить между излучающим полем и материальными генераторами, когда последние излучают в среднем столько же энергии, сколько поглощают. Однако, с какого бы аспекта ни рассматривалась проблема, закон излучения, полученный в результате применения принципа равного распределения, остается одним и тем же. И хотя этот закон хорошо согласуется с экспериментальной кривой для длинных волн, он показывает плотность энергии, которая становится бесконечно большой для чрезвычайно коротких волн, что не только противоречит фактам, но фактически приводит к бесконечному значению этой величины при интегрировании по всему спектру.

Квант энергии.—Теперь принцип равного распределения энергии надежно основывается на самых общих динамических принципах. То, что эти динамические законы неточны до такой степени, на которую указывает расхождение между теорией и экспериментом, непостижимо; то, что они *недостаточны* применительно к движениям электронов в таких интенсивных полях, какие возникают внутри атома, кажется, больше не подлежит сомнению. Чтобы получить формулу излучения, соответствующую эксперименту, Планк счел необходимым распространить атомную идею на энергию, которая, по его мнению, существует в количествах, кратных фундаментальному кванту, $h\nu$, ν being the frequency and, *при этом* это частота и, следовательно, постоянная Планка. То, что некоторая такая гипотеза о разрыве необходима для получения какого-либо закона, который хотя бы приблизительно соответствовал экспериментальным фактам, было доказано Пуанкаре. Но точное место, в котором вводится квант, отличается для каждого нового вывода закона Планка. Как совсем недавно вывел сам Планк, квант проявляет себя в связи с излучением энергии материальными осцилляторами, с которыми поле излучения находится в равновесии. Предполагается, что эти генераторы действуют совершенно нормально во всех отношениях, за исключением излучения; здесь излучение, требуемое уравнениями электродинамики, отбрасывается в сторону, и предполагается, что генератор излучает сразу всю свою энергию после того, как он накопил количество, равное некоторому целому кратному $h\nu$. Форма теории, которая не содержит этого невероятного противоречия твердо установленным фактам электродинамики, вводит квант в спецификацию энергии колебаний, которая допустима для каждого генератора. Здесь и излучение, и поглощение следуют классической теории, но предполагается, что движение излучающего и поглощающего линейного генератора с частотой ν стабильно только при тех амплитудах, при которых энергия его колебаний кратна h . Чтобы поддерживать энергию на этих конкретных значениях, генератор может черпать энергию из других степеней свободы или накапливать избыточную энергию с помощью других степеней свободы, которые не участвуют ни в излучении, ни в поглощении, а действуют просто как хранилища.

Фотоэлектрический эффект.—Исследуя возникновение электромагнитных волн, Герц заметил, что искра легче проходит между выводами его генератора, когда отрицательный электрод освещается светом от другой искры. Дальнейшие исследования Халлвакса, Эльстера и Гейтеля и других показали, что этот эффект был обусловлен испусканием электронов металлом, подвергшимся воздействию ультрафиолетового света. Ленард обнаружил, что

энергия, с которой выбрасывается отрицательно заряженная частица, полностью не зависит от интенсивности света, и дальнейшие исследования показали, что она зависит только от частоты. Эйнштейн предположил, что электроны, возникающие при этом так называемом фотоэлектрическом эффекте, возникают изнутри металла с начальной энергией $h\nu$. Однако при прохождении через поверхность возникает сопротивление, поэтому он пришел к выводу, что энергия, с которой самые быстро движущиеся электроны появляются за пределами металла, должна быть равна $h\nu$, за вычетом работы, проделанной при преодолении этого сопротивления. Недавние эксперименты не только подтверждают это соотношение, но и предоставляют наиболее удовлетворительный метод определения значения h . Милликен^[169] находит, что оно составляет $6 \cdot 57(10)^{-27}$ эргов в секунду, что дает квант для желтого света величину, в шестьдесят раз превышающую тепловую энергию молекулы одноатомного газа при 0°C . О том, что такое большое количество энергии может быть передано от падающего света к выбрасываемому электрону, не может быть и речи; оно должно исходить изнутри атома. Таким образом, получается некоторое представление о том, насколько огромными должны быть внутриатомные энергии.

Структура атома.—Общепринятой моделью атома является модель, созданная главным образом Резерфордом.^[170] Он считает, что она состоит из электронов, вращающихся вокруг положительного ядра либо поодиночке, либо сгруппированных в концентрические кольца, почти так же, как планеты вращаются вокруг Солнца. Эксперименты по рассеянию альфа-лучей, однако, показывают, что ядро, хотя и должно обладать положительным зарядом, достаточным для нейтрализации зарядов всех движущихся вокруг него электронов, не может иметь объем на порядок больший, чем объем электрона. Установлено, что количество находящихся на нем единичных зарядов, за исключением водорода, который, как предполагается, состоит из однозарядного ядра и только одного электрона, составляет примерно половину атомного веса. Таким образом, гелий с атомным весом около четырех имеет двузарядное ядро с двумя вращающимися вокруг него электронами, а литий - трехзарядное ядро и три электрона. Предполагается, что количество единичных зарядов в ядре соответствует атомному номеру, использованному Мозли при интерпретации результатов его эксперимента по рентгеновским спектрам элементов.

Теперь электрон, вращающийся вокруг положительного ядра атома водорода, должен, согласно законам электродинамики, излучать энергию. Это излучение будет действовать как сопротивление его движению, в результате чего его орбита станет меньше, а частота увеличится. Следовательно, можно было бы ожидать, что светящийся водород будет испускать непрерывный спектр. Действительно обнаруженные очень тонкие линии кажутся необъяснимыми с точки зрения классических динамических и электродинамических теорий. Эти линии, как и линии многих других спектров, могут быть даже сгруппированы в ряды, а отношения между ними выражены в математической форме. Формулы были предложены Балмером, Ридбергом, Ритцем и другими, все они содержат универсальную константу N , а также определенные параметры, которые должны изменяться на единицу при переходе от одной строки ряда к следующей.

В 1913 году Бор^[171] предложил атомическую теорию, которая выявляет замечательную числовую взаимосвязь между этой величиной N и постоянной Планка h . Он постулировал, что электрон в атоме водорода, например, не может вращаться по кругу любого произвольного радиуса, но ограничен теми орбитами, для которых его кинетическая энергия кратна целому

числу hn , n - это его орбитальная частота. Теперь предполагается, что время от времени этот электрон перепрыгивает с внешней орбиты на внутреннюю, когда излучается избыточная энергия первой орбиты по сравнению со второй. Но излучаемая энергия также принимается равной $h\nu$, где ν - частота излучения. Следовательно, ν может быть определено, и полученное для него выражение в точности соответствует тому, которое задолго до этого было дано Балмером в качестве эмпирического закона. Однако самое замечательное в этом то, что результат Бора содержит константу, включающую h и электронный заряд и массу, которые в точности соответствуют значению универсальной постоянной N из формул Балмера и Ридберга. В целом, теория учитывает три ряда водорода и дает удовлетворительные результаты для атомов гелия, потерявших электрон, или атомов лития, имеющих двойной положительный заряд. Но для атомов, которые сохраняют более одного электрона, он, по-видимому, больше не сохраняется.

Упомянутые три являются лишь наиболее четко определенными из растущей группы явлений, в которых проявляется квант. Будущее должно прояснить его значение и изменение наших фундаментальных концепций, к которым оно, по-видимому, ведет. То, что это представляет собой наиболее важную и интересную проблему, пока еще не решенную, мало кто из физиков стал бы отрицать.

Американские физики. При попытке охватить прогресс физики за последние сто лет на нескольких страницах многие важные разработки в этой области по необходимости остались нетронутыми, а рассмотрение многих других было совершенно неадекватным. Среди появившихся в Журнале статей, о которых не было упомянуто, - открытие Леконтом (**25**, 62, 1858) чувствительного пламени и изобретение Рудом (**46**, 173, 1893) мерцающего фотометра. Однако было рассказано достаточно, чтобы указать на выдающееся положение в истории физики в Америке, которое занимали четыре человека: Джозеф Генри из Академии Олбани, Принстона и Смитсоновского института; Генри Огастес Роулэнд из Университета Джона Хопкинса; Джосайя Уиллард Гиббс из Йельского университета; и Альберт Абрахам Майкельсон из Военно-морской академии США, Школы прикладных наук Кейса, Университета Кларка и Чикагского университета. Последний из них отличается тем, что является единственным американским физиком, получившим Нобелевскую премию, хотя нет никаких сомнений в том, что двое других были бы удостоены такой же чести, если бы их важная работа не была опубликована до учреждения этой премии. Все четверо занимают высокие места в рядах великих ученых мира, и исследования, проведенные ими и их коллегами по работе в Америке, обеспечили их стране место в анналах физики, которое отнюдь не является незначительным.

Часть журнала по метеорологии.

Метеорологические исследования, опубликованные в первых номерах журнала, сыграли важную роль в создании правильной теории штормов. До создания Сигнальной службы Соединенных Штатов в 1871 году ни одно правительственное учреждение в этой стране не выпускало систематических сводок погоды, и, следовательно, работа по сбору, а также интерпретации метеорологических данных полностью находилась в руках заинтересованных лиц и учреждений. Самые ранние важные исследования штормов, появившиеся в Журнале, были опубликованы Редфилдом из Нью-Йорка, чья первая статья (**20**, 17, 1831) довольно подробно описывала сильный шторм, который прошел над Лонг-Айлендом, Коннектикутом и Массачусетсом в 1821 году. Он пришел к выводу, что "направление ветра в определенном месте не является частью существенного характера шторма, а является лишь случайным для той

конкретной части ... траектории шторма, которая может случайно стать точкой наблюдения ... направление ветра во всех случаях складывается как из вращательной, так и из поступательной скорости шторма". Несколько лет спустя анализ двенадцати "штормов и ураганов Западной Атлантики" (31, 115, 1837) привел к утверждению, что связанные с этим явления "следует приписывать главным образом механическому воздействию шторма". гравитация атмосферы, связанная с вращательными и орбитальными движениями земной поверхности". В этой статье подчеркивается тот факт, что ветер может дуть в диаметрально противоположных направлениях в точках вблизи центра шторма. "В то время как одно судно лежало на мели при сильном шторме, другое, находящееся на расстоянии не более тридцати лиг от нас, в то же самое время находилось в другом шторме, столь же сильном, и лежало на мели при ветре совершенно противоположного направления". Изопроводительного рисунка, показывающего направление ветра, читатель мог бы сделать вывод, что в то время Редфилд полагал, что движение воздуха было очень близким к круговому вокруг центра шторма. Та же идея выражена в более поздней статье (42, 112, 1842). Эспи (39, 120, 1840) из Филадельфии, однако, утверждал, что наблюдения показали, скорее, что ветер дул внутрь, к центральной точке, если шторм был круглой формы, или к центральной линии, если она была продолговатой. Эту точку зрения оспаривал Редфилд (42, 112, 1842) и привел много доказательств ее ложности. Более позднее утверждение (1, 1, 1846) его собственной теории звучит следующим образом: "Я никогда не мог себе представить, что ветер во время сильных штормов движется только по кругу. Напротив, вихревое движение ... по-видимому, является важным элементом их сильного и продолжительного действия, их возросшей энергии по направлению к центру или оси и сопровождающего ее дождя.... Степень наклона вихря во время сильных штормов должна локально сильно изменяться; но маловероятно, чтобы в среднем по разным сторонам света он когда-либо приближался к сорока пяти градусам от касательной к окружности, — и что такой средний наклон когда-либо превышает две стороны компаса, вполне можно усомниться". Качественное объяснение влияния вращения Земли на направление ветра вблизи центра шторма уже было дано Трейси (45, 65, 1843), а несколько лет спустя за ним последовало очень тщательное количественное исследование динамики атмосферы Феррелом (31, 27, 1861).

Ряд людей вели систематические записи метеорологических наблюдений, среди которых был Лумис, чьи анализы штормов во многом подтвердили достоинства конкурирующих теорий Редфилда и Эспи. При изучении шторма 1836 года (40, 34, 1841) он провел на карте линии через те точки на пути шторма, где барометр в любой данный час находится ниже всего. Хотя этот метод позволил определить общее направление, в котором развивался шторм, он не дал четкого представления о его размере или форме. Обсуждая два февральских торнадо 1842 года, одно из которых уже было описано в Журнале (43, 278, 1842), он применил новый и более наглядный графический метод. Вместо того чтобы соединять точки самого низкого давления, он провел кривую через все точки, где барометр находился на своем нормальном уровне, затем через те точки, в которых давление было на $2\frac{1}{10}$ дюйма ниже нормы, и так далее. Температуру он определял примерно таким же образом, а силу и направление ветра указывал стрелками. Это нововведение придало его анализу штормов значимость, которой совершенно не хватало его предшественникам, и привело к появлению знакомых систем изобар и изотерм, используемых в настоящее время на ежедневных картах, выпускаемых Бюро погоды. Лумис выступал за тщательные наблюдения в течение одного года на станциях, расположенных на расстоянии 50 миль друг от друга по всей территории Соединенных Штатов, чтобы можно было получить достаточно данных, чтобы раз и навсегда установить закон штормов. Его усилия, поддержанные

усилиями Генри, Баше, Пирса, Аббе и Лэфема, привели в конечном итоге к созданию Службы связи и публикации ежедневных карт погоды в соответствии с планом, предложенным тридцать лет назад. Эти карты послужили основой для дальнейшего анализа штормов, который он опубликовал в многочисленных “Вкладах в метеорологию” (**8**, 1, 1874, *и далее.*) в период с 1874 года до своей смерти в 1890 году.

В дополнение к своей работе о штормах Лумис тщательно изучил земной магнетизм (**34**, 290, 1838 *и далее*) и северное сияние (**28**, 385, 1859 *и далее*). То, что существует связь между солнечными пятнами, полярными сияниями и земным магнетизмом, уже было признано. Лумис (**50**, 153, 1870 *и последующие*), однако, показал, что периодичность северного сияния, а также чрезмерных возмущений магнитного поля Земли очень близко соответствует периодичности солнечных пятен.

Примечания.

154. Дж. У. Гиббс, Пер. Конн. Академия. Искусств и наук., **3**, 108 и 343. Аннотация автора, Журнал, **16**, 441, 1878г.

155. Х. К. Оннес, Природа, **93**, 481, 1914.

156. Х. Герц, вид. Ann., **34**, 551, 1888 *et seq.*

157. Э. Ф. Николс и Г. Ф. Халл, Phys. Rev., **13**, 307, 1901 *и последующие*.

158. Дж. Дж. Томсон, Phil. Mag., **44**, 293, 1897.

159. Р. А. Милликен, Phys. Rev., **2**, 109, 1913.

160. П. Зеeman, филологический журнал, **43**, 226, 1897.

161. Х. А. Лоренц, филолог. маг., **43**, 232, 1897.

162. S. J. Barnett, Phys. Rev., **6**, 239, 1915, и **10**, 7, 1917.

163. В. К. Рентген, Вид. Ann., **64**, 1, 1898 *et seq.*

164. В. Фридрих, П. Книппинг и М. Лауэ, доктор медицинских наук, **41**, 971, 1913.

165. Х. Г. Дж. Мозли, фил. маг., **26**, 1024, 1913, и **27**, 703, 1914.

166. Э. В. Морли и Д. К. Миллер, Phil. Mag., **9**, 680, 1905.

167. **17**, 891, 1905.

168. Э. Б. Уилсон и Г. Н. Льюис, профессор, акад. искусств и наук., **48**, 389, 1912.

169. Р. А. Милликен, Phys. Rev., **7**, 355, 1916.

170. Э. Резерфорд, филологический журнал, **21**, 669, 1911.

171. Н. Бор, филологический журнал, 26, 1, 1913 и последующие.

XII СТОЛЕТИЕ ЗООЛОГИИ В АМЕРИКЕ

Автор : УЭСЛИ К. КОУ

Эта статья задумана как краткий обзор развития зоологии в Америке, и в ней не делается попытки дать общую историю науки. Существует множество отчетов на нескольких языках об истории зоологии в целом, среди них “Биология и ее создатели” У. А. Локи. Краткие очерки истории зоологии можно найти во многих учебниках по зоологии и биологии.

Что касается истории американской зоологии, читателя отсылают к отчету Паккарда “Столетний прогресс американской зоологии”, опубликованному в “Американском натуралисте” (10, 591, 1876), к “Истории зоологии” Паккарда, опубликованной в томе 1 “Стандартной естественной истории” (стр. с lxii по lxxii, 1885); к “Истокам естественной истории в Америке” Г. Б. Гуда,^[172] и “Истоки американской науки”,^[173] и на Руководство Х. С. Пратта по обычным беспозвоночным животным (стр. 1-9), 1916. В книге Бинни “Наземные воздуходышащие моллюски Соединенных Штатов” (1851) есть глава о расцвете научной зоологии в Соединенных Штатах, которая хорошо описывает зоологические условия в начале века, в то время как многочисленные монографии и статьи излагают историю исследований различных групп животных или специальных областей изучения.

Краткие биографические очерки наиболее выдающихся из наших старых натуралистов — Уилсона, Одюбона, Агассиса, Уаймена, Грея, Даны, Бэрда, Марша, Коупа, Гуда и Брукса приведены в “Ведущих американских ученых” под редакцией Дэвида Старра Джордана, 1910. Более подробные биографии были опубликованы отдельно, а деятельность ряда наиболее выдающихся американских зоологов была описана в Биографических мемуарах Национальной академии наук.

История развития зоологии в Америке естественным образом распадается на четыре довольно четко обозначенных периода, а именно: 1, *Период описательной естественной истории*, предшествующий 1847 году, охватывающий ранние исследования классификации и повадок животных, характерные для зоологической работы, предшествовавшей приезду Луиса Агассиса в Америку. 2, *Период морфологии и эмбриологии*, 1847-1870, в течение которого влияние Агассиса направило зоологические исследования к проблемам, касающимся взаимоотношений животных, на которые указывают их строение и история развития. 3, *Период эволюции*, 1870-1890, когда принцип естественного отбора получил всеобщее признание и зоологические исследования были в значительной степени посвящены применению этой теории ко всем группам животных. 4, *Период экспериментальной биологии*, начиная с 1890 года, за это время произошли замечательные успехи в наших знаниях о природе организмов благодаря применению экспериментальных методов в различных отраслях современной биологической науки.

Американская зоология в 1818 году.

В начале века, которому посвящен этот том, накопленные биологические знания о мире состояли в основном из того, что сегодня называется описательной естественной историей. Зоологические трактаты того времени были посвящены названиям, отличительным признакам и повадкам видов животных и растений, известных натуралистам Европы либо как местные виды, либо как результаты исследований в других частях света. Для этого требовалось немногим больше, чем поверхностное знание их общего анатомического строения.

Натуралисты тех дней не имели представления о жизни внутри клетки, которая, как мы теперь знаем, лежит в основе всей деятельности животных и растений, и у них даже не было необходимых средств для изучения такой жизни. Составной микроскоп, столь необходимый для изучения даже самых крупных клеток организма, не был приспособлен для такого использования до 1835 года, хотя этот инструмент был изобретен в семнадцатом веке. С совершенствованием микроскопа наступил период увлеченного изучения микроскопических организмов и микроскопических структур высших животных и растений. Только через двадцать лет после основания журнала благодаря открытиям Шлейдена и Шванна была создана клеточная теория структуры и функций всех организмов.

Начало девятнадцатого века ознаменовалось большой зоологической активностью в Европе, и особенно во Франции. Великая работа Бюффона по естественной истории животных была недавно завершена, Кювье всего за год до этого опубликовал свой классический труд по сравнительной анатомии “Le Regne Animal”, а “Зоологическая философия” Ламарка тогда пробудила новый интерес к классификации и сравнительной анатомии с эволюционной точки зрения. Э. Жоффруа Сент-Илер в то же время поддерживал эволюционную теорию, основанную на эмбриональных влияниях, приводящих к внезапным изменениям строения взрослого человека. Эти эпохальные открытия и теории приобрели значительное число последователей во Франции, Германии и Англии, но, по-видимому, оказали незначительное влияние на зоологическую работу последующих полувека в Америке.

Обычно говорят, что наука зоология в современном понимании была основана Линнеем путем публикации современной системы классификации в десятом издании его “Естественной системы” в 1758 году. Влияние Линнея пробудило интерес к биологическим исследованиям по всей Европе и стимулировало новые исследования во всех группах организмов. Такие исследования, связанные с животными, естественно, сначала следовали за классификацией и родством видов, то есть систематической зоологии, а затем постепенно привели к развитию различных разделов предмета, таких как морфология, сравнительная анатомия, физиология и эмбриология, которые в конечном итоге были признаны почти независимыми науками.

Из этих наук систематическая зоология, которая стала означать классификацию, структуру, взаимосвязь, распространение и привычки, или естественная история, является пионером в любом регионе. Таким образом, мы обнаруживаем, что в нашей новой стране во время основания Журнала в 1818 году, всего через шестьдесят лет после публикации великого труда Линнея, начало американской зоологии приняло форму сбора и описания наших местных животных.

Верно, что многие из наших наиболее заметных и легко собираемых животных были описаны задолго до начала девятнадцатого века, но в основном это заслуга европейских натуралистов,

которые совершали экспедиции в эту страну с целью изучения и коллекционирования. Затем эти коллекции были доставлены в Европу, и результаты были там опубликованы. Таким образом, в 12-м издании Линнея мы находим описания более 500 американских видов, около половины из которых были птицами. В качестве иллюстрации того, насколько широко некоторые из этих работ охватывали эту область даже в те ранние дни, можно упомянуть монографию в двух томах кварто со множеством красиво раскрашенных табличек, посвященную "Естественной истории наиболее редких чешуекрылых насекомых Джорджии". Это было опубликовано в Лондоне в 1797 году Дж. Э. Смитом на основе заметок и рисунков Джона Эббота, одного из самых увлеченных натуралистов любого периода.

Однако в первые годы девятнадцатого века экономические условия в нашей стране стали такими, что дали возможность научной мысли. Образованные люди затем объединились в общества для обсуждения научных вопросов. Это, естественно, привело к созданию изданий, посредством которых статьи, представленные обществам, могли быть опубликованы и предоставлены для развития науки в целом. Наиболее влиятельным из них был Журнал Филадельфийской академии естественных наук, который был основан в 1817 году и был посвящен в основном зоологическим статьям. "Анналы Нью-Йоркского лицея естественной истории" датируются 1823 годом, а "Журнал Бостонского общества естественной истории" - 1834 годом. В "Трудах Американского философского общества" в Филадельфии и "Воспоминаниях Американской академии искусств и наук" в Бостоне также опубликовано много зоологических статей.

В этих публикациях и в Журнале, который был основан в 1818 году, появляются описания недавно открытых видов животных с наблюдениями за их повадками.

Число исследователей в этой области в первой четверти девятнадцатого века было невелико, и большинство из них были вынуждены уделять работе столько времени, сколько могли уделить своим различным занятиям.

Постепенно рабочих становилось все больше, пока примерно в середине века зоологию не начали преподавать во всех крупных колледжах. Таким образом, наука превратилась в профессию.

В течение нескольких лет исследования носили в основном систематический характер и охватывали все группы животных, но задолго до конца столетия внимание большинства постоянно растущей группы зоологов было направлено на более перспективные направления исследований, и началось развитие таких наук, как сравнительная анатомия, физиология, эмбриология, экспериментальная зоология, цитология, генетика и тому подобное, в то время как систематики стали специалистами по различным группам животных.

Но работа в области систематической зоологии остается незавершенной, и многие местные виды до сих пор не описаны или недостаточно точно классифицированы. Возможно, повезло, что несколько добросовестных систематиков продолжают выполнять свои задачи и стремятся уберечь экспериментаторов от катастрофы, которая в противном случае могла бы произойти из-за смешения исследуемых видов.

Период описательной естественной истории. — До 1847 года.

Из немногих американских естествоиспытателей, чьи труды были опубликованы в конце XVIII-начале XIX века, имена Уильяма Бартрама (1739-1823), Бенджамина Бартон (1766-1815), Сэмюэля Митчилла (1764-1831), Уильяма Пека (1763-1822) и Томаса Джефферсона (1743-1826) требуют особого упоминания. Занимательный том Бартрама, описывающий его путешествия по Каролине, Джорджии и Флориде, опубликованный в 1793 году, содержит интереснейший отчет о птицах и других животных, которых он нашел.

Бартон написал много очаровательных эссе по естественной истории животных, но больше всего интересовался ботаникой. Наиболее важные работы Митчилла включают "Историю рыб Нью-Йорка" (1814) и дополнения к изданию "Всеобщей истории четвероногих" Бьюика. Последняя, опубликованная в 1804 году, содержит описания и рисунки некоторых американских видов и является первой американской работой о млекопитающих.

Пек отличается тем, что написал первую статью по систематической зоологии, опубликованную в Америке. Это было описание новых видов рыб, напечатанное в 1794 году. Он также хорошо известен своими работами о насекомых и грибах.

Джефферсон в 1781 году опубликовал интересную книгу, описывающую естественную историю Вирджинии, и во время своего президентства оказал неоценимую услугу зоологии, оказав поддержку научным экспедициям в западные районы страны.

До введения Агассисом лабораторных методов исследования в сравнительной анатомии и эмбриологии в 1847 году американские натуралисты обычно ограничивали свое внимание изучением классификации и повадок множества неописанных животных и растений региона.

Такие исследования, естественно, были начаты с изучения более крупных и в целом интересных животных, таких как птицы и млекопитающие, и хотя многие из них были довольно хорошо описаны как виды до начала девятнадцатого века, об их повадках было известно мало. Естественная история наших восточных птиц впервые стала хорошо известна благодаря точным иллюстрациям и изысканно написанным описаниям Александра Уилсона (1808-1813). Написанное Бонапартом продолжение работы Уилсона было опубликовано в четырех томах, начиная с 1826 года.

В 1828 году появилась первая из великолепных иллюстраций Одюбона к фолианту с изображением наших птиц. Они были опубликованы в Англии, а более поздние издания меньших размеров - в Америке. Руководство Натталла по орнитологии Соединенных Штатов появилось в 1832-1834 годах.

Вторая работа об американских млекопитающих появилась во втором американском издании "Географии Гатри", опубликованном в 1815 году. Предполагается, что автором был Джордж Орд, хотя его имя не фигурирует. В 1825 году Харлан опубликовал свою работу "Фауна Америки: описания млекопитающих животных, населяющих Северную Америку". Это была в основном компиляция из работ европейских авторов, особенно из "Маммалогии" Демареста, и не имела особой ценности.

В 1826 году Амос Итон опубликовал небольшой "Учебник зоологии", включающий четыре основных подразделения животных Кювье, а также улучшенные линнеевские роды Шоу,

расположенные в соответствии с классами и порядками Кювье и Латрея. Краткие описания некоторых наиболее распространенных видов даны для упражнений студентов. Подготовлено для школы Ренсселера и популярной классной комнаты". "В этом учебнике описан четыреста шестьдесят один род. Они охватывают все известные виды животного царства". Это компиляция из европейских источников с включением нескольких американских видов различных групп. С другой стороны, "Естественная история Годмана" в трех томах (1826-1828) была иллюстрированным и заслуживающим доверия трудом. Так было и с книгой сэра Джона Ричардсона "Фауна Северной Америки", том о четвероногих которой был опубликован в Англии в 1829 году. Другие тома о птицах, рыбах и насекомых появились между 1827 и 1836 годами. Прекрасно иллюстрированная книга Одюбона и Бахмана "Четвероногие Северной Америки" была издана между 1841 и 1850 годами.

Примерно в 1840 году в нескольких штатах были начаты исследования естественной истории и опубликованы каталоги местной фауны. Отчеты о животных Массачусетса и Нью-Йорка являются наиболее полными зоологическими монографиями, опубликованными в Америке на тот момент. Это особенно верно в отношении книги Декея "Естественная история Нью-Йорка", опубликованной между 1842 и 1844 годами в прекрасно иллюстрированных томах quarto.

Лидером систематических исследований в начале века был Томас Сэй, опубликовавший описания большого количества новых видов животных, особенно рептилий, моллюсков, ракообразных и насекомых. Конхология Сэя, напечатанная в 1816 году в "Циклопедии Николсона", является первым американским произведением такого рода. Это было переиздано в 1819 году под названием "Сухопутные и пресноводные раковины Соединенных Штатов". В 1824-1828 годах вышли три тома "Американской энтомологии" Сэя.

Выдающееся положение, занимаемое Сэем в зоологической работе этого периода, иллюстрируется следующим абзацем из учебника Итона по зоологии (1826, стр. 133): "В настоящее время разыскана лишь небольшая часть американских животных, за исключением крупных... И хотя мистер Сэй многое делает без посторонней помощи, его жизнь должна затянута до очень преклонного возраста, чтобы у него было время завершить работу. Но если каждый студент внесет свою лепту, отправив мистеру Сэю дубликаты всех неописанных видов, мы, вероятно, через несколько лет будем обладать системой, почти завершенной". Насколько отличается отношение современного зоолога, который видит цель гораздо дальше после столетнего прогресса, достигнутого сотнями исследователей.

Сообщается, что в период наиболее активной работы Сэя он "спал в холле Филадельфийской академии естественных наук, где устроил себе постель под скелетом лошади и питался хлебом с молоком".

Далее следует сказать, что самым активным зоологом начала века был Чарльз Александр Лесуэр, который описал и прекрасно проиллюстрировал множество новых видов рыб, рептилий и морских беспозвоночных. В мемуарах Джорджа Орда, опубликованных в этом журнале (8, 189, 1849), приводится полный список работ Лесюэра.

Одним из самых плодовитых писателей того периода был Константин Рафинеск, человек очень одаренный, но чье воображение так часто доминировало в его наблюдениях, что многие из его описаний растений и животных совершенно ненадежны.

Исследовательская экспедиция Соединенных Штатов.—В 1838 году произошло счастливое обстоятельство, которое в конечном итоге вывело американскую систематическую зоологию в передовые ряды науки. Такая возможность была предоставлена Исследовательской экспедицией Соединенных Штатов под командованием адмирала Уилкса. С Джеймсом Д. Даной в качестве натуралиста экспедиция посетила Мадейру, острова Зеленого Мыса, восточное и западное побережья Южной Америки, Полинезию, Самоа, Австралию, Новую Зеландию, Фиджи, Гавайские острова, западное побережье США, Филиппины, Сингапур, мыс Доброй Надежды и др.

Из обширных коллекций, собранных во время этого четырехлетнего круиза, Дана уделила особое внимание изучению кораллов и родственных им животных (зоофитов), а также ракообразных. В 1846 году отчет о зоофитах был опубликован в элегантно-виде-фолианта с цветными табличками. Шесть лет спустя появился первый том отчета о ракообразных, а еще через два года - второй (1854). Эти отчеты описывают и прекрасно иллюстрируют сотни новых видов и включают первые комплексные исследования животных, образующих хорошо известные кораллы. Они остаются наиболее заметными памятниками американской зоологии беспозвоночных. К сожалению, из-за очень ограниченного тиража они доступны лишь в нескольких крупных библиотеках. Другие, не менее великолепные тома включают: "Моллюски и раковины" А. А. Гулда, 1856; "Герпетология" Шарля Жирара, 1858; "Маммология и орнитология" Джона Кэссина, 1858.

Основные исследователи.—Из многих авторов, писавших о животных в этот период описательной естественной истории, следующие были выдающимися в своих специальных областях исследований:

Эйрс, Лесуэр, Митчелл, Сторер, Линсли, Вайман, Декей, Смит, Киртланд, Рафинеск и Холдеман описали рыб.

Грин, Бартон, Харлан, Ле Конте, Сэй и особенно Холбрук изучали рептилий и амфибий. Великая монография Холбрука о рептилиях (Североамериканская герпетология) была опубликована между 1834 и 1845 годами.

Уилсон, Одюбон, Наттолл, Купер, Декей, Брюер, Орд, Бэрд, Гулд, Бахман, Линсли и Фокс были одними из многочисленных авторов о птицах.

Годман, Орд, Ричардсон, Одюбон, Бахман, Декей, Линсли и Харлан опубликовали описания млекопитающих.

О беспозвоночных важная общая работа, озаглавленная "Беспозвоночные Массачусетса: Моллюски, ракообразные, кольчатые черви и лучевые", была опубликована А. А. Гулдом в 1841 году, в которой собраны все виды Новой Англии из этих групп, известные на тот момент.

Леа, Тоттен, Адамс, Барнс, Гулд, Бинни, Конрад, Хилдрет, Холдеман были основными авторами о моллюсках. Ракообразных изучали Сэй, Гулд, Холдеман, Дана; насекомых - Сэй, Мелшеймер, Пек, Харрис, Кирби, Херрик; пауков - Хенц; червей - Ли; кишечнораотовых и иглокожих - Сэй, Мантелл и другие.

История энтомологии в Соединенных Штатах до 1846 года изложена Джоном Г. Моррисом в журнале (**1, 17**, 1846). В этой статье Ф. В. Мельшеймер утверждается как отец американской

энтомологии, в то время как Сэй был самым плодовитым писателем. Энтомологические статьи Сэя, отредактированные Ж. Л. Ле Конте, были полностью переизданы с их цветными иллюстрациями в 1859 году. Первый экономический трактат Харриса о насекомых, вредных для растительности; напечатан в 1841 году. Он выдержал множество изданий.

Зоология в Американском научном журнале, 1818-1846.

Создание журнала придало дополнительный импульс научной деятельности американцев, предоставив удобное средство для публикации результатов их работы. В первом томе Журнала, например, есть две зоологические статьи Сэя и дюжина коротких статей на различные темы Рафинеска, причем последние представляют собой любопытное сочетание фактов и фантазии. Большинство зоологических статей, вошедших в его первую серию из 50 томов, характерны для неразвитой науки в неразвитой стране. Естественно, они касаются наблюдательных исследований структуры и классификации видов, обнаруженных на девственном поле, с заметками о привычках и жизненных историях.

Многие статьи носят чисто систематический характер и включают первые описания многочисленных видов наших моллюсков, ракообразных, насекомых, позвоночных и других групп. Из них работы К. Б. Адамса, Барнса, А. А. Гулда и Тоттена о моллюсках, Дж. Д. Даны о кораллах и ракообразных, Харриса о насекомых, Харлана о рептилиях и Джеффриса Уаймена и Д. Хамфриса Сторера о рыбах являются репрезентативными и важными.

Прогресс зоологии в Америке за первые двадцать восемь лет существования журнала, то есть до 1846 года, таким образом резюмирован профессором Силлиманом в предисловии к т. 50 (стр. ix) 1847 года:

“Наша зоология изучена более полно, чем минералогия и ботаника; но ни тому, ни другому отделу не грозит истощение. Интересные путешествия Льюиса и Кларка недавно познакомили нас с несколькими ранее неизвестными растениями и животными. Иностранные натуралисты часто посещают нашу территорию; и, по большей части, привозят в Европу плоды своих исследований, в то время как лишь небольшая часть наших собственных изучается и описывается американцами: конечно, это мало делает нам чести и еще меньше приносит нам пользы. Достойные исключения из истинности этого замечания представляют усилия некоторых джентльменов в наших главных городах и в различных других частях Союза”.

В течение этих 28 лет Журнал оказывал большую услугу зоологии не только публикацией результатов исследований, но и обзором важных зоологических публикаций как в Европе, так и в Америке. Публиковались также отчеты о заседаниях научных обществ. Фактически все вопросы, представляющие зоологический интерес, были доведены до сведения читателей журнала.

Влияние Луиса Агассиса.

На момент основания журнала и в течение почти тридцати лет после него описательная естественная история составляла практически всю работу американских зоологов. В этом отношении американская наука сильно отставала от европейской, и особенно от Французской. Современные концепции биологической науки утвердились в Америке только после того, как счастливые обстоятельства привели швейцарского натуралиста Луи Агассиса в нашу страну в 1846 году.

Агассису было тогда 39 лет, и он уже впитал дух обобщения в сравнительной анатомии, который доминировал в работах великих лидеров Европы, и особенно в Париже. Влияние Лейкарта, Тидемана, Брауна, Кювье и фон Гумбольдта направило огромные способности Агассиса к подобным исследованиям, и он быстро приобрел известность в изучении современных и ископаемых рыб, когда представилась возможность продолжить свои исследования в Америке. Прибыв на наши берега, молодой зоолог был настолько вдохновлен возможностями для своих исследований в новой стране, что решил остаться.

Принеся с собой широкие концепции своих выдающихся европейских учителей, он, естественно, основал аналогичную школу зоологии в Америке. Именно с этого начала развилась нынешняя наука зоология с ее многочисленными разделами.

В этой связи следует помнить, что великая услуга, которую Агассис оказал американской зоологии, заключалась главным образом в ознакомлении студентов в Америке с идеалами и методами европейских зоологов. Для этого он был в высшей степени пригоден как благодаря своей европейской подготовке, так и благодаря своим природным способностям вдохновляющего лидера.

Более того, времена в Америке были вполне благоприятными для появления европейской культуры. Во многих наших городах и студенческих сообществах уже существовали общества естественной истории. Эти общества не только проводили собрания для обсуждения биологических тем, но и создавали музеи, открытые для публики, в которые публике предлагалось вносить как фонды, так и образцы. Это привело к широкому интересу населения к естественной истории. Поэтому такому человеку, как Агассис, было сравнительно легко превратить это благоприятное общественное отношение в подлинный энтузиазм.

Американский научный журнал объявляет ожидаемый визит Агассиса самым многообещающим событием для американской зоологии (1, 451, 1846): “Его преданность, способности и рвение - его высокая и заслуженная репутация и ... его дружелюбный и примиряющий характер, без сомнения, обеспечат ему сердечное сотрудничество наших натуралистов ... и мы не сомневаемся, что будем щедро вознаграждены его умелым обзором и исследованием нашей страны”. Сегодня мы можем осознать, насколько полно исполнилось это пророчество.

В следующем томе (2, 440, 1846) приводится запись о прибытии Агассиса. “Мы с удовольствием узнаем, что он проведет среди нас несколько лет, чтобы досконально понять нашу естественную историю”.

Сразу же по прибытии в Бостон Агассис приступил к публикации статей о нашей фауне, а на следующий год его назначили профессором в Гарвард. В Журнале говорится (4, 449, 1847): “Каждый ученый в Америке будет рад услышать столь неожиданную хорошую новость”. В следующем году the Journal (5, 139, 1848) сообщает о лекционных курсах Агассиса в Нью-Йорке и Чарльстоне, о его популярности среди всех слоев населения и о подарке студентов Колледжа врачей и хирургов серебряного футляра с 250 долларами в half eagles.

Таким образом, заслуга Агассиса перед американской зоологией заключалась не только в публикации результатов его исследований и вытекающих из них философских соображений, но также, и, возможно, в еще большей степени, в популяризации науки. В последнем направлении были его вдохновляющие лекции перед популярной аудиторией и ранняя публикация учебника

по зоологии. Эта книга, опубликованная в 1848 году, называлась “Принципы зоологии, касающиеся строения, развития, распространения и естественного расположения рас животных, ныне живущих и вымерших, с многочисленными иллюстрациями”. Она была написана в сотрудничестве с Огастесом А. Гулдом. Рецензия на эту книгу в журнале (**6**, 151, 1848) ясно указывает на широкие современные принципы, лежащие в основе новой эры, которая начиналась для американской зоологии.

“Работа, исходящая из такого высокого источника, как "Принципы зоологии", вряд ли нуждается в похвале, чтобы придать ей актуальность. Публика познакомилась с выдающимися способностями профессора. Мы читаем лекции Агассиса и осознаем его обширную образованность, широкий кругозор и популярную манеру иллюстрирования научных тем... Книга подготовлена для студентов, изучающих зоологические науки; она проста и элементарна по стилю, полна иллюстраций, всеобъемлюща по своему диапазону, но при этом хорошо продумана и сведена к узкому кругу вопросов, необходимых для намеченной цели ”.

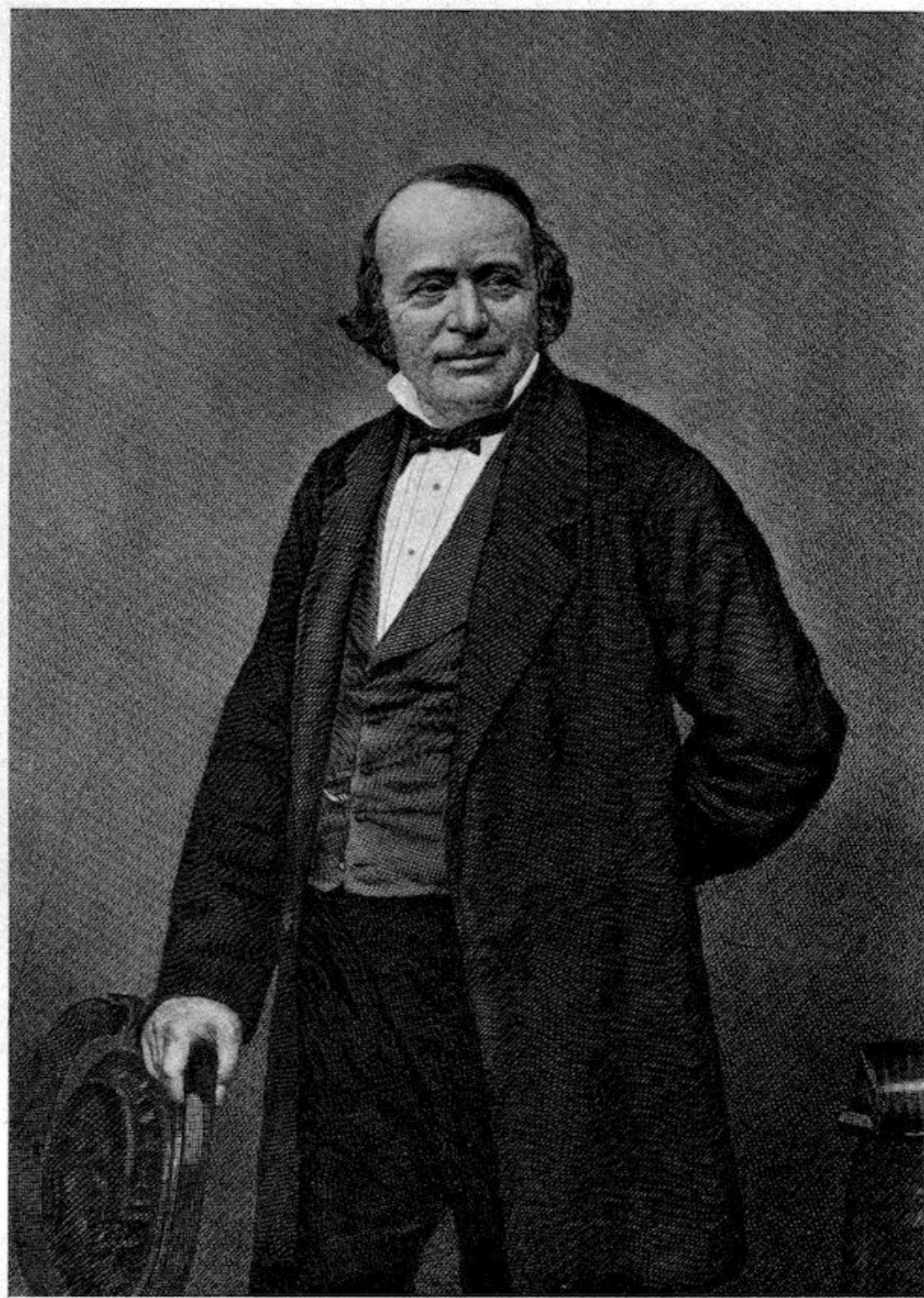
Названия ее глав покажут, как мало она отличается по общему предмету от самого последнего учебника по биологии. Глава I, Сфера и фундаментальные принципы зоологии; II, Общие свойства организованных тел; III, органы и функции жизни животных; IV, Интеллект и инстинкт; V, Движение (аппарат и способы); VI, питание; VII, кровь и кровообращение; VIII, дыхание; IX, выделения; X, эмбриология (яйцеклетка и ее развитие); XI, Особые способы размножения; XII, Метаморфозы животных; XIII, географическое распределение животных; XIV, геологическая последовательность животных или их распределение во времени.

Минутное рассмотрение того факта, что все эти темы превосходно освещены, покажет, насколько велик был прогресс зоологии в первой половине девятнадцатого века. Шестьдесят лет, прошедшие с момента публикации этой книги, послужили главным образом развитию этих отдельных направлений биологии в особые области науки без изменения основных принципов, признаваемых здесь. В течение многих лет он оставался стандартным учебником по зоологии и физиологии и был переиздан несколькими изданиями здесь и в Англии. Другая популярная книга называется “Методы изучения естественной истории” (1864).

Агассисом было написано более 400 книг и статей, более трети из которых были опубликованы до его приезда в Америку. Они охватывают как зоологические, так и геологические темы, включая систематические статьи о живых и ископаемых группах животных, но наиболее важными из всех являются его философские эссе об общих принципах биологии.

Одной из величайших заслуг Агассиса перед зоологией была публикация его “Зоологической и геологической библиографии” Обществом Рэя, начиная с 1848 года. Публикация лекций Лоуэлла по сравнительной эмбриологии в 1849 году открыла широкой аудитории доступ к общим принципам, которые в настоящее время признаются в биогенетическом законе наследственной реминисценции. Как указано в Журнале (**8**, 157, 1849), “цель Лекций - продемонстрировать, что естественный метод классификации животного царства может быть достигнут путем сравнения изменений, через которые проходят разные животные в ходе своего развития от яйца до совершенного состояния; изменения, которые они претерпевают, рассматриваются как шкала для оценки относительного положения видов”. Эти “принципы классификации” полностью изложены в отдельной брошюре и подробно обсуждаются в Журнале (**11**, 122, 1851).

В одном из самых интересных из многочисленных философских эссе Агассиса, первоначально опубликованном в Журнале (9, 369, 1850), обсуждаются "Естественные отношения между животными и элементами, в которых они живут". В другой философской статье, опубликованной в журнале, обсуждается "Примитивное разнообразие и численность животных в геологические времена" (17, 309, 1854). Из его систематических работ, посвященных рыбам реки Теннесси, описывающие множество новых видов, были опубликованы в журнале (17, 297, 353, 1854).



L. H. Cassin

Прекрасно иллюстрированный “Вклад в естественную историю Соединенных Штатов” Агассиса охватывает многие темы морфологии и эмбриологии, которые рассматриваются с такой тщательностью и широтой взглядов, что отводят им место среди классических зоологических работ. Эссе о классификации, североамериканских тестудинатах, эмбриологии черепах и акалефах являются специальными темами. Они обобщены и подробно обсуждены в Журнале (25, 126, 202, 321, 342, 1858; 30, 142, 1860; 31, 295, 1861).

Книга о “Путешествии по Бразилии” (1868), написанная в соавторстве с миссис Агассис, представляет собой увлекательный рассказ об исследованиях.

Представления, которых придерживался Агассис относительно важнейшей цели зоологического исследования, хорошо проиллюстрированы в его автобиографическом очерке, где он пишет:^[174]

Тогда я еще не знал, насколько для натуралиста важнее понять строение нескольких животных, чем владеть целой областью научной терминологии. С тех пор как я стал преподавателем и наблюдал за успехами студентов, я видел, что все они начинают одинаково; но сколько из них состарились в погоне за этим, так и не поднявшись до какой-либо более высокой концепции изучения природы, проводя свою жизнь в определении видов и расширении научной терминологии!”

Поэтому неудивительно, что под таким влиянием старые систематические исследования должны быть в значительной степени заменены исследованиями морфологического и эмбриологического характера.

Личное влияние Агассиса все еще ощущается в жизни даже современных молодых зоологов. Исследователи нынешнего поколения по большей части обязаны тем или иным ученикам Агассиса за их руководство в зоологических исследованиях. Среди этих учеников его сын Александр Агассис, Аллен, Брукс, Кларк, Фукс, Гуд, Хайатт, Джордан, Лайман, Морс, Паккард, Скаддер, Веррилл, Уайлдер и другие — лидеры зоологической работы последней трети девятнадцатого века. Через таких людей, как они, вдохновение Агассиса передавалось, в свою очередь, их ученикам, а от них - молодому поколению зоологов.

Существенное отличие работ Агассиса от работ предшествовавших ему американских зоологов заключалось в его способности к широким обобщениям. Для него организм означал живого свидетеля некоего великого закона природы, интерпретацией которого занималась зоология. Организм в своей структуре, в своем развитии, в своих привычках предоставил звенья в цепи доказательств, которые, будучи завершенными, раскроют значение природы. Из всех учеников Агассиса, вероятно, Уильям К. Брукс наиболее достойно увековечил идеалы своего хозяина.

Период морфологии и эмбриологии, 1847-1870гг.

Новый аспект зоологии, возникший в результате влияния Агассиса, характеризовал зоологическую работу пятидесятых и шестидесятых годов, то есть до тех пор, пока значение теории естественного отбора Дарвина и Уоллеса не стало общепризнанным.

На работу в эти годы и вплоть до семидесятых большое влияние оказали морфологические, эмбриологические и систематические исследования Луиса Агассиса и его школы. Структура, развитие и гомологии животных, указывающие на их родство и положение в схеме

классификации, занимали видное место в работах этого периода. Адаптация животных к окружающей среде и применение биогенетического закона к различным группам животных также были излюбленными предметами изучения.

Наиболее успешными исследователями в этот период различных групп животных были: —Луи Агассис по естественной истории и эмбриологии кишечнополостных и черепах; А. Агассис по эмбриологии иглокожих и червей; Х. Дж. Кларк по эмбриологии черепах и систематическим статьям о губках и кишечнополостных; Э. Десор по иглокожим и эмбриологии червей; К. Жирар, эмбриология, черви и рептилии; Дж. Лейди по простейшим, кишечнополостным, червям, анатомия моллюсков; У. О. Айрес и Т. Лайман, естественная история иглокожих; Маккрэди, развитие акалефов; У. Стимпсон, морские беспозвоночные; А. Э. Веррилл, кишечнополостные, иглокожие, черви; А. Хайатт, эволюционные теории, мшанки и моллюски; Пурталес, глубоководная фауна; К. Б. Адамс, А. и У. Г. Бинни, Брукс, Карпентер, Конрад, Далл, Джей, Ли, С. Смит, Трайон, моллюски; Э. С. Морс, плеченогие, моллюски; Дж. Д. Дана, кишечнополостные и ракообразные; Киртланд, Лоу, Эдвардс, Хаген, Мелшаймер, Паккард, Райли, Скаддер, Уолш, насекомые; Джилл, Холбрук, Сторер, рыбы; Коуп, эволюционные теории, рыбы и амфибии; Бэрд, рептилии и птицы; Дж. А. Аллен, амфибии, рептилии и птицы; Брюер, Кэссин, Куэс, Лоуренс, птицы; Одюбон, Бахман, Бэрд, Коуп, Уайлдер, млекопитающие.

Прогресс орнитологии в Соединенных Штатах до 1876 года хорошо описан в статье Дж. А. Аллена в журнале "Американский натуралист" (**10**, 536, 1876). Очерк ранней истории конхологии дан А. В. Трайоном в журнале (**33**, 13, 1862).

Джеффрис Вайман был самым выдающимся сравнительным анатомом того периода. Его работы включают классические статьи по анатомии и эмбриологии рыб, амфибий и рептилий.

"Зоология" в Американском научном журнале, 1846-1870.

Пятьдесят томов второй серии Журнала, включая 1846-1870 годы, охватывают примерно этот период морфологии и эмбриологии. В этот период журнал занимал очень важное место в зоологических кругах, поскольку Дж. Д. Дана большую часть этого периода был главным редактором, в то время как Луис Агассис и Эйса Грей были связаны с ним в качестве помощников редакторов. Более того, в 1864 году одна из самых многообещающих учениц Агассиса, Эддисон Э. Веррилл, была приглашена в Йель на должность профессора зоологии, а в 1869 году стала помощником редактора.

Таким образом, в Журнале, в его оригинальных статьях, вместе с отчетами о собраниях и выступлениях, а также обзорами литературы, можно найти довольно полный отчет о зоологической деятельности того периода. Наиболее важные зоологические исследования, как в Европе, так и в Америке, были рассмотрены в библиографических примечаниях.

Наиболее важная серия зоологических статей написана самим Даной. По мере того как его работа над зоофитами и ракообразными Исследовательской экспедиции США продолжалась, он время от времени публиковал общие резюме своих выводов относительно взаимоотношений различных групп. Среди этих работ - философские эссе об общих биологических принципах, которые, должно быть, оказали большое влияние на биологические исследования того времени и которые составляют основу многих наших нынешних концепций.

Важность этих работ требует того, чтобы список приводился полностью. Названия здесь во многих случаях сокращены, а темы объединены.

Общие взгляды на классификацию, **1**, 286, 1846.

Зоофиты, **2**, 64, 187, 1846; **3**, 1, 160, 337, 1847.

Род *Astraea*, **9**, 295, 1850.

Conspectus crustaceorum, **8**, 276, 424, 1849; **9**, 129, 1850; **11**, 268, 1851.

Роды *Gammaracea*, **8**, 135, 1849; *Cyclopacea*, **1**, 225, 1846.

Маркировка панциря крабов, **11**, 95, 1851г.

Классификация ракообразных, **11**, 223, 425; **12**, 121, 238, 1851; **13**, 119; **14**, 297, 1852; **22**, 14, 1856.

Географическое распространение ракообразных, **18**, 314, 1854; **19**, 6; **20**, 168, 349, 1855.

Смена поколений у растений и лучевых, **10**, 341, 1850.

Партеногенез, **24**, 399, 1857.

О видах, **24**, 305, 1857.

Классификация млекопитающих, **35**, 65, 1863; **37**, 157, 1864.

Цефализация, **22**, 14, 1856; **36**, **1**, 321, 440, 1863; **37**, 10, 157, 184, 1864; **41**, 163, 1866; **12**, 245, 1876.

Гомологии типов насекомых и ракообразных, **36**, 233, 1863; **47**, 325, 1894.

Происхождение жизни, **41**, 389, 1866.

Отношения смерти к жизни в природе, **34**, 316, 1862.

Из всего вышесказанного большое внимание привлекли статьи о цефализации как фундаментальном принципе в развитии системы животного мира. Данные сравнительной анатомии, палеонтологии и эмбриологии в равной степени подтверждают точку зрения о том, что прогресс как на онтогенетической, так и на филогенетической стадиях коррелирует с неравномерным ростом головной области по сравнению с остальной частью тела. Дана показывает, что этот принцип справедлив для всех групп животных. Однако его гомологии конечностей членистоногих и позвоночных не согласуются с более современными взглядами.

Другие статьи на ту же и смежные темы были опубликованы Даной в других периодических изданиях. Однако его наиболее заметными зоологическими работами являются отчеты об исследовательской экспедиции по зоофитам и ракообразным Соединенных Штатов в 1837-1842 годах. Первое состоит из 741 страницы в кварто и 61 листа-фолианта с описанием более 200 новых видов, в то время как отчет о ракообразных в двух томах содержит 1620 страниц и 96 листов-фолиантов с описаниями около 500 новых видов. Каждый из них и по сей день остается наиболее важным вкладом в классификацию соответствующих групп. Родственные связи видов, родов и семейств были признаны с такой замечательной точностью, что замечательная система классификации Даны осталась основой для всей последующей работы.

Критические обзоры Даны (25, 202, 321, 1858) о “Вкладе Агассиса в естественную историю Соединенных Штатов” являются одними из наиболее интересных его философских дискуссий, касающихся взаимоотношений животных, о которых свидетельствует их строение, эмбриология и геологическая история.

Остальные зоологические статьи этой серии охватывают почти весь спектр систематической зоологии. Особенно важны статьи Веррилла о кишечнополостных, иглокожих, червях и других беспозвоночных.

В годы, последовавшие за публикацией книги Дарвина "Происхождение видов" в 1859 году, появилось множество статей по теории естественного отбора. Некоторые авторы нападают на эту теорию, в то время как другие с более или менее энтузиазмом поддерживают ее.

Экспериментальные методы при решении биологических проблем в то время мало использовались, хотя в журнале появилось несколько статей подобного рода. Из них значительный интерес сегодня представляет статья У. К. Минора (35, 35, 1863) о естественном и искусственном делении у некоторых кольчатых червей.

Исследовательские экспедиции.

Из важных зоологических экспедиций можно выделить следующие, свидетельствующие об их влиянии на американскую зоологию:

Северотихоокеанская экспедиция с Уильямом Стипсоном в качестве зоолога вернулась в 1856 году с большим количеством новой информации о морской жизни побережий Аляски и Японии и многими новыми видами беспозвоночных.

В 1867-1869 годах Береговая служба США расширила свои исследования, включив в них глубоководную флору и фауну уюго-восточного побережья и Мексиканского залива под руководством Пурталеса и Агассиса.

Исследования "Челленджера" (1872-1876) значительно расширили знания о морской флоре и фауне у берегов Америки, а также в других частях света.

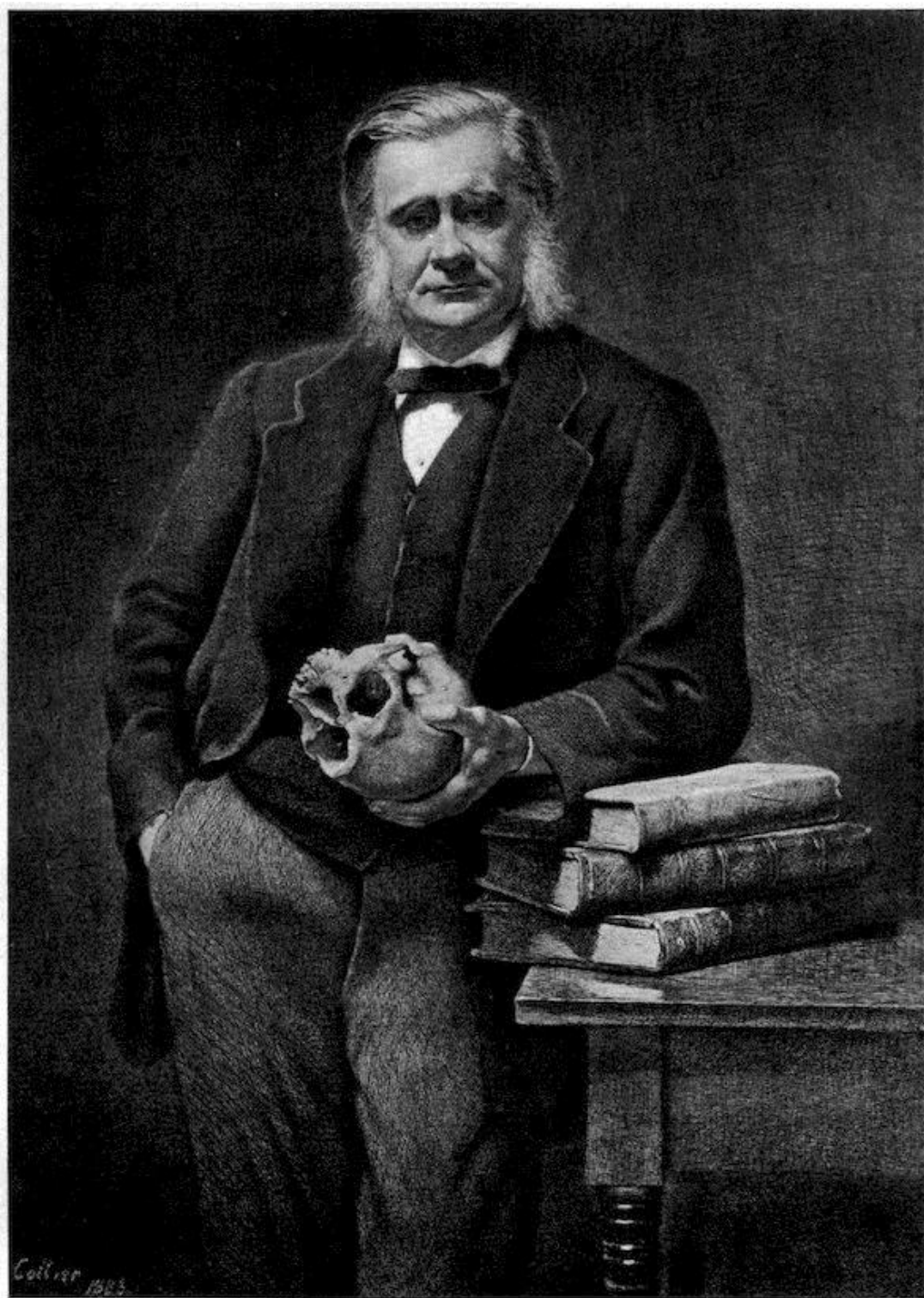
Исследования Комиссии по рыболовству Соединенных Штатов пришли на смену исследованиям Береговой службы в области сбора морской флоры и фауны у наших берегов и в наших пресных водах. Они продолжаются с 1872 года и принесли наиболее важные результаты как с научной, так и с экономической точек зрения.

Под руководством Александра Агассиса пароход береговой разведки “Блейк” с 1877 по 1880 год участвовал в дноуглубительных работах в трех круизах в различные части Атлантики. Пароход “Альбатрос” Комиссии по рыболовству США, также находящийся в ведении Агассиса, совершил три экспедиции в тропические и другие районы Тихого океана в период с 1891 по 1905 год. Изучение этих коллекций значительно расширило наши знания о систематической зоологии и географическом распространении. Отчеты о некоторых группах все еще находятся в процессе подготовки.

Период эволюции, 1870-1890гг.

Период с 1870 по 1890 год можно с полным основанием назвать периодом эволюции, поскольку, хотя он начался через одиннадцать лет после публикации "Происхождения видов", важность теории естественного отбора лишь постепенно получала всеобщее признание. Колебания в принятии этой теории были в немалой степени вызваны противодействием Луиса Агассиса. После признания теории эволюции, хотя морфологические и эмбриологические исследования продолжались, как и прежде, они были подвергнуты судебному преследованию в связи с их влиянием на эволюционные проблемы.

В точности следуя методам, которые достигли такого большого прогресса при жизни Агассиса, в области зоологии теперь работало новое поколение, среди которого ученики Агассиса были самыми выдающимися.



Thomas H. Huxley

Преподавание биологии в то время также находилось под сильным влиянием Хаксли, чьи методы проведения лабораторных занятий для учащихся начальной школы были приняты в большинстве наших крупных школ и колледжей. Это поставило биологию в один ряд с химией как средством обучения лабораторным методам и дисциплине, с дополнительным преимуществом в том, что предмет биологии гораздо теснее связан с повседневной жизнью и делами студента.

Этот растущий спрос на обучение биологии и вытекающая из этого необходимость в большем количестве учителей привели к увеличению числа исследователей в этой области.

Заметной в этот период была работа Э. Д. Коупа, наиболее известного как палеонтолог, но чья работа по классификации различных групп позвоночных занимает выдающееся место, и чьи философские эссе об эволюции оказали большое влияние на эволюционную мысль того времени. Он был убежденным сторонником доктрины Ламарка. Алфрей Хайатт также придерживался этой теории и собрал большое количество фактов в ее поддержку. Таким образом, он внес большой вклад в наши знания сравнительной анатомии и эмбриологии. А. С. Паккард, чьи публикации охватывают широкий круг тем, был наиболее известен своими учебниками зоологии и руководствами по насекомым.

У. К. Брукс был ведущим морфологом и эмбриологом. С. Ф. Бэрд, в течение многих лет возглавлявший Рыбную комиссию Соединенных Штатов, был ведущим специалистом по рыбе и рыболовству, а также известен своими работами по рептилиям, птицам и млекопитающим. Человеком с наибольшим влиянием, хотя и ни в коем случае не величайшим исследователем, был К. О. Уитмен. Именно ему мы обязаны созданием Морской биологической лаборатории, оказавшей на сегодняшний день самое мощное влияние на американскую зоологию; организацией Американского морфологического общества, предшественника нынешнего Американского общества зоологов; и учреждением Журнала морфологии. Г. Б. Гуд был известен своими работами о рыбах и своими трудами по истории науки.

Э. Л. Марк, К. С. Майнот и Александр Агассис были признанными лидерами в своих специальных областях исследований — Марк в морфологии беспозвоночных и эмбриологии, а Майнот в эмбриологии позвоночных, в то время как Александр Агассис сделал много важных открытий в систематической зоологии и эмбриологии морских животных, и ему мы во многом обязаны нашими знаниями о жизни в океанах почти во всех частях света.

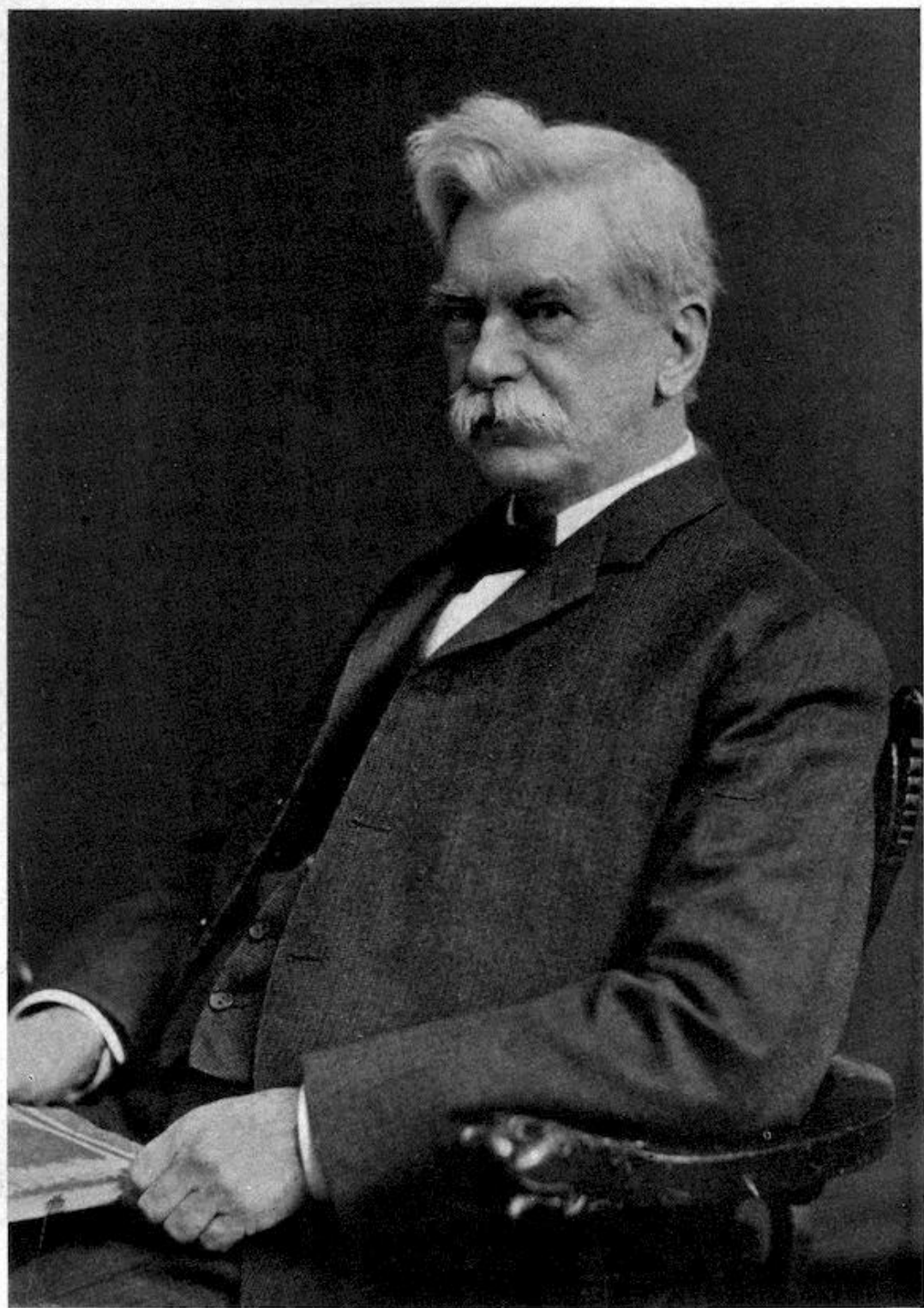
Знаний о представителях различных отделов американской фауны теперь стало достаточно, чтобы позволить опубликовать монографии о различных классах, отрядах и семействах. В это время также особое внимание уделялось морским беспозвоночным всех групп.

Из множества исследователей, работающих в настоящее время с различными группами животных, можно упомянуть лишь немногих. Простейшие были изучены Лейди, Кларком, Райдером, Стоксом; губки - Кларком, Хайаттом; кишечнополостные - А. Агассисом, С. Ф. Кларком, Верриллом; иглокожие - А. Агассисом, Бруксом, Кингсли, Фуксом, Лайманом, Верриллом; различные группы червей - Бенедиктом, Эйзенем, Силлиманом, Верриллом, Вебстером, Уитменом; моллюски - А. и В. Г. Бинни, Трайном, Конрадом, Даллом, Сандерсон Смит, Стернс, Веррилл; плеченогие моллюски Далла и Морса; мшанки Хайатта; ракообразные С. И. Смита, Харгера, Хагена, Пакарда, Кингсли, Факсона, Херрика; насекомые Пакарда, Хорна, Скаддера, К. Х. Фернальда, Уиллистона, Нортон, Уолша, Фитча, Дж. Б. Смита, Комстока, Ховарда, Райли и

многих других; пауки Эмертона, Маркса, Маккука; оболочники Пакарда и Веррилла; рыбы Дж. Бэрд, Бин, Коуп, Гилберт, Гилл, Гуд, Джордан, Патнэм; амфибии и рептилии Коупа; птицы Бэрда, Брюера, Куэса, Эллиота, Хеншоу, Аллена, Мерриама, Брюстера, Риджуэя; и млекопитающие Аллена, Бэрда, Коупа, Куэса, Эллиота, Мерриама, Уайлдера.

Интерес к эволюционной теории продолжал расти и в конечном итоге перерос в морфологические и эмбриологические исследования, которые достигли своей кульминации между 1885 и 1890 годами под руководством Уитмена, Марка, Майнота, Брукса, Кингсли, Э. Б. Уилсона и других известных зоологов того времени. В эти годы был основан Морфологический журнал и образовано Американское морфологическое общество.

Морфологические, эмбриологические и палеонтологические свидетельства эволюции, на которые указывают гомологии, стадии развития и адаптации, были наиболее захватывающими темами зоологических исследований и дискуссий.



A. E. Verrill
June. 1904

"Зоология" в Американском научном журнале, 1870-1918.

Третья серия Журнала (1870-1895), также включающая пятьдесят томов, охватывает этот период зоологической деятельности в области морфологических и эмбриологических исследований, кульминацией которого стало появление современных экспериментальных методов.

В этот период также произошел наибольший прогресс в морской систематической зоологии благодаря исследованиям Комиссии по рыболовству Соединенных Штатов у Атлантического побережья. Журнал также сыграл важную роль в развитии зоологии того периода, поскольку А. Э. Веррилл, который в настоящее время был заместителем редактора, отвечал за коллекции морских беспозвоночных. Следовательно, большинство открытий в этой области были опубликованы в журнале в многочисленных оригинальных статьях Веррилла и его сотрудников. Веррилл из года в год описывает исследования парохода Комиссии США по рыболовству "Альбатрос" с описаниями обнаруженных новых видов беспозвоночных.

Многочисленные оригинальные статьи Веррилла по темам, представляющим общий зоологический интерес, а также по вопросам систематического характера, придают этой третьей серии журнала большое зоологическое значение. Статьи Веррилла охватывают почти всю область описательной зоологии, но в основном посвящены морским беспозвоночным. Те из них, которые были первоначально опубликованы в Журнале или обобщены им в его обзорах литературы, включают следующие темы:

Губки, **16**, 406, 1878.

Кишечнополостные, **37**, 450, 1864; **44**, 125, 1867; **45**, 411, 186; **46**, 143, 1868; **47**, 282, 1869; **48**, 116, 419, 1869; **49**, 370, 1870; **3**, 187, 432, 1872; **6**, 68, 1873; **21**, 508, 1881; **6**, 493, 1898; **7**, 41, 143, 205, 375, 1899; **13**, 75, 1902.

Иглокожие, **44**, 125, 1867; **45**, 417, 1868; **49**, 93, 101, 1870; **2**, 430, 1871; **11**, 416, 1876; **49**, 127, 199, 1895; **28**, 59, 1909; **35**, 477, 1913; **37**, 483, 1914; **38**, 107, 1914; **39**, 684, 1915.

Вормс, **50**, 223, 1870; **3**, 126, 1872.

Моллюски, **49**, 217, 1870; **50**, 405, 1870; **3**, 209, 281, 1872; **5**, 465, 1873; **7**, 136, 158, 1874; **9**, 123, 177, 1875; **10**, 213, 1875; **12**, 236, 1876; **14**, 425, 1877; **19**, 284, 1880; **20**, 250, 251, 1880; **2**, 74, 91, 1896; **3**, 51, 79, 162, 355, 1897.

Ракообразные, **44**, 126, 1867; **48**, 244, 430, 1869; **25**, 119, 534, 1908.

Асцидии, **1**, 54, 93, 211, 288, 443, 1871; **20**, 251, 1880.

Дноуглубительные работы и морская фауна, **49**, 129, 1870; **2**, 357, 1871; **5**, 1, 98, 1873; **6**, 435, 1873; **7**, 38, 131, 405, 409, 498, 608, 1874; **9**, 411, 1875; **10**, 36, 196, 1875; **16**, 207, 371, 1878; **17**, 239, 258, 309, 472, 1879; **18**, 52, 468, 1879; **19**, 137, 187; **20**, 390, 1880; **22**, 292, 1881; **23**, 135, 216, 309, 406, 1882; **24**, 360, 477, 1882; **28**, 213, 378, 1884; **29**, 149, 1885.

Разное, **39**, 221, 1865; **41**, 249, 268, 1866; **44**, 126, 1867; **48**, 92, 1869; **3**, 386, 1872; **7**, 134, 1847; **10**, 364, 1875; **16**, 323, 1878; **20**, 251, 1880; **3**, 132, 135, 1897; **9**, 313, 1900; **12**, 88, 1901; **13**, 327, 1902; **14**, 72, 1902; **15**, 332, 1903; **24**, 179, 1907; **29**, 561, 1910.

С. И. Смит описывает метаморфозы ракообразных (**3**, 401, 1872; **6**, 67, 1873), виды ракообразных (**3**, 373, 1872; **7**, 601, 1874; **9**, 476, 1875) и дноуглубительные работы в озере Верхнее (**2**, 373, 448, 1871). В этой серии также публикуется серия статей по сравнительной анатомии и эмбриологии Чесапикской зоологической лаборатории, возглавляемой У. К. Бруксом. В 39-м и 40-м томах третьей серии (1890) опубликованы несколько статей Джона Т. Гулика по эволюционным темам (**39**, 21; **40**, 1, 437), которые привлекли большое внимание.

Однако еще до окончания этого периода журнал был освобожден от необходимости публиковать зоологические статьи благодаря созданию нескольких периодических изданий, специально посвященных различным областям зоологии. Таким образом, мы находим лишь несколько исключительно зоологических работ после 1885 года, хотя статьи, представляющие общебиологический интерес, и обзоры книг по зоологии продолжают.

В четвертой серии журнала, начиная с 1896 года, также публикуется ряд статей по систематической зоологии Веррилла и других авторов, а также несколько статей, представляющих общебиологический интерес. Краткие обзоры небольшого числа книг по зоологии все еще продолжают, но в настоящее время журнал, сыгравший столь важную роль в раннем развитии американской зоологии, был передан геологическим и физическим наукам в соответствии с современным спросом на специализацию.

Период экспериментальной биологии, начиная с 1890 года.

Зоологические исследования оставались в значительной степени наблюдательными и сравнительными примерно до 1890 года, когда получили известность экспериментальные методы Ру, Дриша и других. Затем интерес переключился с накопления фактов на анализ принципов, лежащих в основе биологических явлений. Теперь вопрос заключался не столько в том, что делает организм, сколько в том, как он делает то, что наблюдается, и на этот вопрос можно было ответить только путем экспериментального контроля условий. Эти экспериментальные исследования увенчались таким замечательным успехом, что через несколько лет старые морфологические исследования были в значительной степени заброшены, Морфологическое общество сменило свое название на Общество зоологов, а в 1904 году был учрежден Журнал экспериментальной зоологии. Экспериментальные методы были применены ко всем отраслям биологической науки, и хотя следует открыто признать, что был достигнут незначительный прогресс в понимании конечных причин, лежащих в основе биологических явлений, был достигнут значительный прогресс в выяснении общих принципов, связанных с ними.

Экспериментальная эмбриология, гистология, регенерация, сравнительная физиология, неврология, цитология и наследственность в последние годы успешно внедрили экспериментальный аспект и благодаря этому добились значительного прогресса. Биология теперь заняла свое место рядом с химией и физикой как экспериментальная наука.

Последний значительный прогресс в биологии был достигнут в области наследственности. Повторное открытие менделевских принципов наследственности в 1900 году выявило наиболее важное обобщение в биологии за последнее время. Новая наука генетика - это, по сути, экспериментальное изучение наследственности.

В настоящий момент мы пытаемся установить в биологии несколько относительно простых законов, используя для этой цели обширные накопления данных наблюдений, собранных за последние годы, дополненные такими экспериментальными данными, которые были предоставлены этими более поздними исследованиями. Сформулированные гипотезы по большей части являются лишь предварительными, поскольку их обоснованность, как правило, не поддается критической проверке. Но везде, где такие тесты были возможны, законы математики, физики и химии оказывались применимыми к биологическим явлениям.

Число исследователей в настоящее время стало настолько большим, а их деятельность настолько плодотворной, что список и краткие обзоры зоологических публикаций ежегодно занимают от 1000 до 1500 страниц в Международном каталоге научной литературы.

Американское лидерство.— В течение первой половины столетия прогресс зоологии в Америке явно отставал от европейского. В начале века наука была наиболее развита во Франции и Англии, хотя Линней был шведом и получил ученую степень в Голландии. Под влиянием фон Бэра и его монументального трактата по эмбриологии (*Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere*, 1828), а позже поддержанного великим физиологом Йоханнесом Мюллером, чья “Физиология человека” (1846) составляет основу современной физиологии, немецкая школа быстро продвинулась вперед и в конечном итоге взяла на себя лидерство в зоологии, как и в ряде других отраслей науки.

Во второй половине столетия влияние немецких университетов в значительной степени доминировало в зоологических исследованиях в Америке. Причина этого отчасти кроется в том факте, что многие из наших молодых зоологов, окончив курс обучения в колледже, завершили свою подготовку к исследованиям на год или более в немецком университете. Более зрелые зоологи тоже с нетерпением ждали возможности провести свои летние каникулы и творческий отпуск за исследованиями в немецкой лаборатории или на знаменитой станции в Неаполе, где доминировало немецкое влияние.

Однако с появлением экспериментальной биологии с 1890 года американские зоологи продемонстрировали такую высокую степень оригинальности в разработке экспериментов, такое мастерство в их проведении и такую проницательность в анализе результатов, что они взяли на себя мировое лидерство в нескольких специальных областях, на которые сейчас разделена наука зоология.

Биологические периодические издания.

Пожалуй, нет лучшего способа проиллюстрировать прогресс биологии в Америке, чем краткий обзор происхождения и развития наиболее важных биологических журналов. Ибо будет видно, что эти публикации становились все более многочисленными и специализированными по мере развития специализации науки.

Ранние публикации, в которых, как хорошо известно, рассказывалось в основном о птицах, млекопитающих и других позвоночных, а также о насекомых, ракообразных и раковинах, состояли в основном из отдельных книг или брошюр, изданных по частной подписке. После учреждения так называемых Академий наук, или искусств и наукообразий, ближе к концу восемнадцатого и в первой четверти девятнадцатого века отчеты о заседаниях начали

публиковаться в виде периодических журналов, поддерживаемых академиями. В этих публикациях и в Журнале, который был основан в то же время, появляются статьи по всем отраслям науки, включая зоологию. Как только зоология в Америке приобрела свои современные аспекты под влиянием Луиса Агассиса и его последователей, были созданы первые строго зоологические журналы.

Следует, однако, отметить, что журналы научных обществ и обществ естественной истории были более или менее полностью посвящены зоологическим темам в зависимости от характера деятельности членов и корреспондентов. После основания Луисом Агассисом Музея сравнительной зоологии в 1863 году был основан его Бюллетень, а позже и Мемуары. Эти публикации продолжают и по сей день как стандарт качества отчетов о зоологических исследованиях. В связи с систематической работой над моллюсками в 1865 году был основан Американский журнал конхологии. Компания American Naturalist была основана в 1867 году четырьмя учениками Луиса Агассиса - Хайаттом, Морсом, Пакардом и Патнэмом. Позже он был отредактирован Соре как ведущее периодическое издание для публикации биологических статей, особенно тех, которые касаются эволюции, и в настоящее время посвящен эволюционным темам. Сейчас это 52-й том новой серии.

С пробудившимся интересом к сравнительной анатомии и эмбриологии возникла потребность в американском журнале, который должен был обеспечить средства публикации отчетов об исследованиях, проведенных растущим числом работников в этих областях. Эта потребность была полностью удовлетворена учреждением Journal of Morphology в 1887 году. Это издание, вышедшее в 30-м томе, сравнялось по характеру своих статей с лучшими европейскими журналами. Несколько лет спустя (1891) появился Журнал сравнительной неврологии для публикации исследований, относящихся к морфологии и физиологии нервной системы, а также к нервным и родственным им явлениям во всех группах организмов. Двадцать восемь томов этого журнала были завершены. Зоологический вестник был основан под эгидой Морской биологической лаборатории в 1897 году для публикации статей менее обширного характера, которые могли быть выпущены более оперативно, чем статьи в Journal of Morphology, где требовались подробные таблицы. Через два года объем Бюллетеня был расширен и теперь включает ботаническую и физиологическую тематику. Соответственно, название было изменено на "Биологический бюллетень". Из этого важного периодического издания вышло 33 тома.

Для публикации статей по сравнительной анатомии и эмбриологии человека в 1901 году был основан Американский анатомический журнал, выпускающий в настоящее время двадцать третий том.

Между тем зоологический интерес проявлялся к темам, связанным с конечной природой биологических явлений. Значение этих явлений могло быть определено только экспериментальным методом. Исследования в этой области стали более заметными, и адекватная публикация многочисленных статей потребовала создания нового журнала в 1904 году. Он был назван "Журнал экспериментальной зоологии". Она сразу же заняла свое место в первых рядах американских зоологических периодических изданий. Опубликовано двадцать четыре тома.

Несмотря на постоянно растущее число журналов, наука росла быстрее, чем средства публикации. Американские журналы были настолько переполнены, что часто возникали

длительные задержки, прежде чем удавалось опубликовать результаты исследования. Это условие было выполнено частично за счет отправки множества статей для публикации в европейских журналах (необходимость, наиболее дискредитирующая американскую зоологию) и частично за счет создания дополнительных средств публикации. Что касается последнего, то "Анатомический отчет", вышедший в настоящее время в четырнадцатом томе, был начат в 1906 году для оперативной публикации более кратких статей по анатомии позвоночных, эмбриологии и гистологии, а также предварительных отчетов и заметок по технике.

За последние несколько лет был достигнут большой прогресс в экспериментальном разведении растений и животных. Проблемы наследственности и эволюции приобрели новый интерес с тех пор, как были признаны важность и обоснованность открытия Менделя. Чтобы соответствовать этому развитию биологии, в 1916 году был основан журнал *Genetics* для публикации технических статей, в то время как журнал *Heredity*, модифицированный из журнала *American Breeders*, посвящен популярным статьям о разведении животных и растений и евгенике.

В целом наука зоология в настоящее время приобретает более тесную связь с практическими делами. Энтомология, например, в настоящее время представлена журналом "Экономическая энтомология", 10 томов которого были выпущены с 1907 года. Журнал "Поведение животных" охватывает еще одну практическую область исследований. Труды Общества экспериментальной биологии и медицины, начиная с 1903 года, Американский журнал физиологии и несколько других публикаций охватывают область физиологии. Паразитологический журнал, основанный в 1914 году, сейчас выходит в своем четвертом томе, посвященном интересам медицинской зоологии. *Auk*, вышедший в 34-м томе своей новой серии (42d старой серии), является официальным органом Американского союза орнитологов и посвящен распространению знаний о жизни птиц. "Анналы Американского энтомологического общества", основанный в 1908 году и вышедший сейчас в своем 10-м томе, является одним из нескольких важных энтомологических журналов. "Наутилус", выпущено 28 томов, является одним из наиболее успешных журналов, посвященных конхологии. Этот список можно было бы расширить, включив в него множество других важных периодических изданий, как технических, так и популярных, которые оказали большую услугу в различных областях биологии.

В дополнение к этому имеются многочисленные тома систематических статей в "Трудах Национального музея Соединенных Штатов", практические отчеты в "Бюллетене Комиссии по рыболовству Соединенных Штатов", обширная литература, ежегодно выпускаемая различными подразделениями Министерства сельского хозяйства Соединенных Штатов, Службы общественного здравоохранения и других правительственных ведомств, в то время как список публикаций научных обществ, музеев и других институтов постоянно увеличивается и охватывает все области биологических исследований.

В настоящее время возможности для публикации исследований по любой отрасли зоологии, как правило, вполне достаточны. Этим в высшей степени удовлетворительным состоянием наука обязана поддержке, оказанной пяти ее наиболее важным журналам Институтом анатомии и биологии Вистар.

Биологические ассоциации.

Важный свет на историю биологии в Америке можно пролить, взглянув на возникновение и развитие обществ или ассоциаций для составления отчетов и обсуждения статей, относящихся

к этой отрасли науки. В первой половине девятнадцатого века общества естественной истории были созданы в большинстве городов и учебных центров. Это были очень важные факторы в продвижении научных исследований, а также в распространении среди населения знаний о живых существах. Цели и деятельность двадцати девяти таких научных обществ, многие из которых были посвящены в первую очередь естественной истории, описаны в одном из ранних томов Журнала (**10**, 369, 1826). Коннектикутская академия искусств и наук, основанная в 1799 году, Филадельфийская академия естественных наук с 1812 года и Нью-Йоркский лицей естественной истории (в 1876 году название изменено на Нью-Йоркскую академию наук) с 1817 года, являются одними из старейших из тех, что все еще существуют.

Из национальных институтов Американское философское общество было основано в 1743 году, Американская академия искусств и наук - в 1780 году, а Национальная академия наук - в 1863 году.

Американская ассоциация содействия развитию науки, насчитывающая тысячи членов, теперь имеет отдельные секции для каждой из специальных отраслей науки. Эта великая ассоциация была организована в 1848 году как преемница Ассоциации американских геологов и натуралистов. Это само по себе было возрождением Американского геологического общества, которое впервые собралось в Йеле в 1819 году. Его заседания оказали большую поддержку научной работе в стране.

Американское общество натуралистов было основано в 1883 году. Первоначальный план общества предусматривал обсуждение методов исследования, управления и преподавания естественных наук, но теперь его программа полностью посвящена дискуссиям и статьям, представляющим широкий биологический интерес. Он также организует ежегодный ужин нескольких биологических обществ и выступление на какую-нибудь общебиологическую тему.

В 1890 году, ближе к концу периода, когда особое внимание уделялось морфологическим исследованиям, профессиональные зоологи восточных штатов основали Американское морфологическое общество. Эта ассоциация проводила ежегодные собрания во время рождественских каникул для презентации зоологических докладов. Через несколько лет это название стало менее подходящим из-за постепенного уменьшения доли морфологических исследований в связи с повышенным вниманием к проблемам экспериментальной зоологии и физиологии. Впоследствии название было изменено на Американское общество зоологов. Чтобы иметь право на членство в этом обществе, человек должен быть активным исследователем в какой-либо области зоологии, как указано в опубликованных результатах.

Американская ассоциация анатомов включает в свой состав исследователей и преподавателей сравнительной анатомии, эмбриологии и гистологии, а также анатомии человека. Многие профессиональные зоологи и биологи-экспериментаторы представляют свои доклады перед этим обществом или на заседаниях Американского физиологического общества. Американское энтомологическое общество и Американская ассоциация экономических энтомологов - крупные и активные общества.

Эти национальные общества оказали большую услугу в поддержании высокого уровня зоологических исследований. Еще более важную услугу, хотя в целом и менее заметную, оказывают журнальные клубы при всех крупных зоологических лабораториях и местные научные общества, которые в настоящее время существуют во всех крупных учебных центрах по

всей стране. Существуют также специальные общества для некоторых различных областей биологической работы.

Биологические станции.

Немаловажным фактором в развитии биологической науки стало создание биологических станций, где исследователи, преподаватели и студенты встречаются во время летних каникул для специальных занятий, дискуссий и исследовательской работы. Наиболее успешные из этих лабораторий были расположены на берегу моря, и здесь изучение морской флоры и фауны летом дополняет работу школьных или университетских биологических курсов. Знаменитая станция в Неаполе была основана в 1870 году, и вскоре за ней последовали несколько других. Подобные биологические станции в настоящее время имеются почти на каждом побережье Европы и в нескольких внутренних районах.

Первая такая американская школа была основана Луисом Агассисом на острове Пеникезе на побережье Массачусетса в 1873 году, сменив его частную лабораторию в Наханте. В течение того лета более сорока студентов прониклись энтузиазмом к работе будущих лет. К сожалению, лаборатория, столь удачно начатая, просуществовала недолго, поскольку смерть Агассиса наступила в декабре того же года, и лаборатория была прекращена в конце следующего лета. Вскоре после этого Александр Агассис оборудовал небольшую частную лабораторию в Ньюпорте, штат Род-Айленд, а У. К. Брукс основал Зоологическую лабораторию Чесапикского залива.

В это время Комиссия по рыболовству Соединенных Штатов под руководством Спенсера Ф. Бэрда проводила исследование морской флоры и фауны в водах у Восточного побережья. Между 1881 и 1886 годами Комиссия основала великолепно оборудованную биологическую станцию в Вудс-Хоул, штат Массачусетс. Как здесь, так и в Лаборатории Комиссии по рыболовству в Бофорте, Северная Каролина, проводится большая работа в области общей зоологии, а также в решении экономических проблем. Эти лаборатории предназначены специально для специалистов, занимающихся исследованиями, связанными с работой Комиссии по рыболовству.

Вскоре возникла потребность в морской лаборатории более широкого профиля, доступной для студентов и преподавателей школ и колледжей. Чтобы соответствовать этим требованиям, в 1887 году была открыта Морская биологическая лаборатория Вудс-Хоул, ставшая преемницей более ранней лаборатории в Анниксваме, и с тех пор она стала отличным летним конгрессом для биологов со всех уголков страны. Можно с уверенностью сказать, что ни одно другое учреждение не оказало равных услуг в обеспечении биологии того высокого положения, которое она сейчас занимает в американской науке. Руководящим духом при создании этой лаборатории и ее директором на протяжении многих лет был Чарльз О. Уитмен.

Успешные морские лаборатории расположены также в Колд-Спринг-Харбор, Лонг-Айленд; в Харпсуэлле, штат Мэн; и на Бермудских островах. Институт Карнеги содержит лабораторию на острове Тортугас, Флорида, для изучения тропической морской флоры и фауны.

На Тихоокеанском побережье морские лаборатории расположены в Пасифик-Гроув, Ла-Хойя, Калифорния, и во Фрайди-Харбор, Вашингтон. Каждое лето на наших побережьях открываются несколько других биологических лабораторий, а также ряд пресноводных лабораторий на

внутренних озерах. Есть также несколько горных лабораторий. Влияние этих лабораторий на американскую биологию неизмеримо.

Музеи естественной истории.

Музеи естественной истории, или “Кабинеты природных диковинок”, как их иногда называли, были созданы в первой половине девятнадцатого века в связи с различными обществами естественной истории. Они оказали большую услугу в стимулировании сбора зоологических “образцов” и пробуждении интереса населения к естественной истории.

Зоологический музей прежних времен состоял из рядов систематически расставленных экземпляров, на каждом из которых были тщательно маркированы научное название, местность, дата сбора и даритель — очень похоже на страницы каталога. Теперь все это изменилось; бутылки с образцами были убраны в кладовую, а огромные витрины современного музея представляют отдельные исследования в различных областях современных зоологических исследований или отдельные главы из новейших учебников по биологии. Часто талант художника и мастерство таксидермиста искусно сочетаются, чтобы создать наиболее реалистичные фрагменты природы.

Национальный музей Соединенных Штатов, Американский музей естественной истории, Полевой колумбийский музей и Музей сравнительной зоологии являются одними из лучших музеев мира, в то время как многие штаты, города и университеты поддерживают государственные музеи как часть своих образовательных систем.

Систематическая зоология и систематика.

Работа в области систематической зоологии в настоящее время ведется в основном специалистами по относительно небольшим группам животных. Это обусловлено как растущим числом видов, известных науке, так и полнотой и точностью, с которой теперь должны быть определены виды. Большинство систематических работников в настоящее время связаны с музеями, где большие коллекции предоставляют материал для сравнительных исследований.

Видным специалистом в этой области является Национальный музей Соединенных Штатов, публикации которого в основном таксономические и зоогеографические и охватывают каждую группу организмов. Адекватность этого великолепного музея для подобных исследований может быть проиллюстрирована коллекцией млекопитающих. В этом музее представлены типы 1135 из 2138 форм (включая виды и подвиды) североамериканских млекопитающих, признанных в списке Миллера,^[175] и менее 200 форм не имеют представителей среди 120 000 экземпляров млекопитающих. Были опубликованы систематические монографии по нескольким отрядам млекопитающих.

Систематическое изучение птиц привело к тому, что число видов и подвидов, которые, как известно, обитают в Северной и Средней Америке, превысило 3000. Наиболее полным систематическим трактатом является все еще неполный отчет Риджуэя^[176] из которых уже выпущено семь больших томов.

О рептилиях наиболее полной монографией является монография Соре^[177] под названием “Крокодилы, ящерицы и змеи Северной Америки”.

Амфибии также изучались Коупом, чей отчет о батрахиях Северной Америки^[178] является стандартной таксономической работой.

Наиболее полной систематической работой по рыбам является “Описательный каталог рыб Северной и Средней Америки” Джордана и Эверманна.^[179]

Группы беспозвоночных были частично аналогично описаны сотрудниками Национального музея США и другими, и в настоящее время ведутся дальнейшие исследования. Другие таксономические монографии, опубликованные этим музеем, включают различные группы животных из самых разных частей света.

Ряд крупных государственных, муниципальных и университетских музеев публикуют бюллетени об особых группах, представленных в их коллекциях, а также статьи, представляющие общий зоологический интерес.

Экспедиции, финансируемые музеями и частными фондами, время от времени отправляются в разные уголки мира, и их результаты часто роскошно публикуются.

Общее количество ныне живущих видов животных неизвестно, но, учитывая, что за последние тридцать лет было описано около четверти миллиона новых видов, вполне вероятно, что сегодня существует несколько миллионов видов. Описано более полумиллиона. Вероятно, это лишь малая часть того числа, которое существовало в прошлые геологические эпохи.

Таким образом, несмотря на всю работу, проделанную в систематической зоологии, и на то, что число известных видов продолжает увеличиваться, все еще остается много групп животных, некоторые из которых отнюдь не редки или малочисленны, и, вероятно, лишь небольшую часть видов пока можно идентифицировать.

Только после публикации в прошлом году книги Уорда и Уиппла “Биология пресной воды” зоолог-любитель мог надеяться найти хотя бы названия всех организмов, которые могут быть собраны в одном водоеме. И во многих случаях его все равно ждет разочарование, поскольку многие из наших простейших и других пресноводных организмов еще не описаны как виды.

В течение последних нескольких лет со стороны некоторых наших биологов, занятых экспериментальной работой, наметилась тенденция пренебрежительно относиться к исследованиям систематиков. Однако следует признать, что оба направления работы необходимы для устойчивого развития зоологической науки, поскольку экспериментальные исследования, в которых игнорируется точный диагноз вида, всегда приводят к путанице.

Экология.—Удивительные изменения в структуре и инстинктах, с помощью которых различные животные адаптируются к окружающей среде, в настоящее время составляют особую тему биологических исследований и одну из самых увлекательных. Экспериментально установлено, что адаптации в среде обитания, времени, поведении, внешнем виде и даже структуре способны к определенной индивидуальной модификации.

Зоогеография.—Тесно связанным с систематической зоологией и действительно являющимся частью предмета в его более широком смысле, является изучение географического распределения видов животных и более крупных групп.

Палеонтология.—Геологическая последовательность организмов охватывает область, где встречаются зоолог и геолог. Удивительный прогресс, достигнутый американскими исследователями, хорошо описан в предыдущих главах, посвященных исторической геологии и палеонтологии позвоночных.

Биометрия.

Поскольку теория эволюции Дарвина постулировала происхождение новых видов посредством естественного отбора, очевидно, что это было необходимо для того, чтобы применить критический тест для определения точных границ вида. Поэтому было предложено подвергнуть данный вид строгому изучению с применением статистических методов для определения диапазона вариаций его представителей и степени, в которой этот вид пересекается с другими. Другие проблемы, особенно связанные с наследственностью, решались аналогичным образом. Эта отрасль биологической науки была особенно развита английской школой, возглавляемой сэром Фрэнсисом Гальтоном, за которым последовали Карл Пирсон и Уильям Бейтсон.

В Америке методы биометрии широко использовались Чарльзом Б. Дэвенпортом, Рэймондом Перлом, Х. С. Дженнингсом и другими при решении проблем генетики и эволюции. Их работа показывает огромную ценность критического статистического анализа при интерпретации биологических данных. В настоящее время оказывается, что тщательная подготовка в области математики едва ли менее важна для биолога, чем знание физики и химии, поскольку наука биометрия стала одним из важнейших дополнений к изучению генетики.

Сравнительная анатомия и эмбриология.

Сравнительная анатомия.—На основах, заложенных Кювье столетие назад, была разработана современная сложная структура сравнительной анатомии животных, как позвоночных, так и беспозвоночных. Каким бы огромным ни было нынешнее накопление фактов и теорий, многие важные проблемы все еще ждут своего решения. Джеффрис Вайман долгое время был лидером в этой области, где сейчас занято много сотрудников.

Эмбриология.—Эмбриологические исследования, столь блестяще начатые Фон Бэром в начале девятнадцатого века, продолжают до сих пор. Теперь они были распространены на группы, более трудные для исследования, и на самые ранние стадии оплодотворения и имплантации у млекопитающих. Методы искусственного культивирования дали важные результаты. Луис и Александр Агассис, Марк, Майнот, Брукс, Уитмен, Конклин и Э. Б. Уилсон сыграли заметную роль в этой работе.

В начале девятых эмбриологические исследования были направлены на изучение расположения клеток в делящейся яйцеклетке, и было много дискуссий о "происхождении клеток" в процессе развития. Какими бы ценными ни были эти исследования, они проливали сравнительно мало света на общие проблемы эволюции.

Экспериментальная эмбриология.— В экспериментальной эмбриологии было найдено более благодатное поле, разработанное в тот же период и немного позже. Открытия, сделанные Дришем и другими учеными в области деления клеток делящейся яйцеклетки или уничтожения одной или нескольких из этих клеток, дали новое представление о способности клеток к компенсаторным и регенеративным процессам. Эти исследования привлекли многих способных исследователей, которые продвинулись еще дальше, подвергая половые клетки,

развивающиеся яйцеклетки, эмбрионы развивающиеся органы самым разнообразным искусственным условиям.

Искусственный партеногенез.— Другой вопрос касается природы процесса оплодотворения и факторов, которые заставляют оплодотворенную яйцеклетку развиваться в эмбрион. В 1899 году Жаку Лебу удалось вызвать развитие неоплодотворенных яиц морского ежа, подвергнув их на некоторое время воздействию концентрированной морской воды, а затем вернув их в нормальную среду обитания. В эту многообещающую область экспериментальной работы пришли многие выдающиеся биологи как Америки, так и Европы. Вскоре было обнаружено, что яйца большинства групп животных, за исключением высших позвоночных, можно заставить развиваться в более или менее совершенные эмбрионы и личиночные формы путем обработки большим разнообразием химических веществ, повышения температуры, механических раздражителей и другими способами. Этот искусственный партеногенез, как его называют, также был успешным у растений (фукус), и недавно Леб вырастил нескольких лягушек до половой зрелости, просто прокалывая острой иглой яйца, из которых они были получены. Леб, таким образом, утверждает, что “яйцеклетка - это будущий эмбрион и животное; и что сперматозоид, помимо своего активирующего эффекта, лишь передает яйцеклетке менделевские символы”.^[180]

Дальнейшие экспериментальные исследования природы механизма оплодотворения были недавно проведены Морганом, Конклином, Ф. Р. Лилли и другими.

Локализация зародыша.—Вопрос о том, содержит ли яйцеклетка локализованные органообразующие вещества, был изучен экспериментально, в частности, с помощью центрифуги. Результаты показывают, что ни одна из старых противоположных теорий “перформанса” или “эпигенеза” не применима ко всем яйцеклеткам, но что у некоторых организмов яйцеклетки обладают хорошо выраженной дифференцировкой, в то время как у других каждая часть яйцеклетки по существу, хотя, вероятно, и не абсолютно, эквивалентна.

Цикл зародышевой плазмы.—С тех пор, как Вейсман постулировал независимость сомы и зародышевой плазмы в 1885 году, было предпринято множество попыток проследить путь наследственной субстанции от одного поколения к следующему. Недавняя книга Хегнера^[181] обобщает успехи, достигнутые у различных групп животных.

Цитология.

Другой важной областью исследований, привлечшей многих исследователей, является то, что относится к жизни клетки, — наука цитология. Хотя теория клеток была основана еще в 1839 году, до 1880 года в Америке в этом вопросе был достигнут незначительный прогресс. Однако с тех пор американцы настолько преуспели в цитологических открытиях, что сейчас являются одними из мировых лидеров в этой области.

Эти исследования проводились как описательно, так и экспериментально. Наиболее выдающимися из первых исследователей в этой области являются Э. Л. Марк и Э. Б. Уилсон. Описание Марком созревания, оплодотворения и сегментации яйцеклетки является наиболее точным и полным из ранних цитологических исследований. Открытия Уилсона, касающиеся

деталей оплодотворения, и его “Атлас оплодотворения и кариокинеза”, опубликованный в 1895 году, теперь стали классическими. Уилсон также опубликовал единственный американский учебник по цитологии,^[182] и совсем недавно возглавил исследования, касающиеся связи между хромосомами и полом. Помимо Уилсона, Монтоммери, Марк, Маккланг, Морган, мисс Стивенс, Конклин и их коллеги и студенты представили убедительные доказательства того, что пол организма определяется ядерным строением оплодотворенной яйцеклетки или связан с ним. Более того, показано, что это строение зависит от хромосом, полученных от зародышевых клеток.

Это объяснение находится в строгом соответствии с результатами экспериментальной селекции. Это также вполне согласуется с менделевским законом наследования и фактически является одной из сильнейших опор мнения о том, что все менделевские факторы находятся в хромосомах. Недавняя работа также открыла механизм, управляющий сложными условиями половой жизни, которые возникают у тех животных, у которых чередуются половые и партеногенетические поколения. Обнаружено, что эти замечательные процессы во всех случаях зависят от определенного распределения хромосом.

Другая недавняя экспериментальная работа показала, что, хотя пол, таким образом, обычно определяется в оплодотворенной яйцеклетке, у некоторых животных он не является окончательно установленным, и нормальное действие половых хромосом может подавляться аномальными условиями в развивающемся эмбрионе, как продемонстрировано недавней работой Лилли и других.

Цитологическая основа менделевского наследования была очень тщательно изучена Морганом и его учениками в связи с их работой по наследованию у обыкновенной плодовой мушки *Drosophila*. Полученные данные подтверждают более раннюю гипотезу Вейсмана о том, что хромосомы являются носителями наследственных факторов и что они расположены последовательно в разных хромосомах. Показано, что эта теория находится в таком строгом соответствии как с цитологическими исследованиями, так и с результатами экспериментальной селекции, что Морган отважился указать определенные точки в конкретных хромосомах как локусы определенных наследственных факторов, или генов.

Подтверждением этой точки зрения является поведение так называемых признаков, связанных с полом, гены которых расположены в той же хромосоме, что и та, которая несет в себе фактор пола. Многие остроумные селекционные эксперименты указывают далее на то, что все наследственные признаки *удрозофилы* передаются в четырех больших группах сцепления, соответствующих четырем парам хромосом, которыми обладают клетки этой мухи.

Сравнительная физиология.

Ни одна из экспериментальных областей не имела большего значения для зоологического прогресса, чем та, которая касается функций различных органов. Без этой сопутствующей науки морфология и сравнительная анатомия стали бы непонятными. Американские исследователи, среди которых выделяется Г. Х. Паркер, также сыграли ведущую роль в этой области.

Неврология. Физиологический анализ компонентов нервной системы, как у позвоночных, так и беспозвоночных, является еще одним важным разделом экспериментальной биологии. 28

томов Журнала сравнительной неврологии свидетельствуют о большом влиянии, которое американские исследователи оказали на развитие этой науки.

Регенерация.— Экспериментальные исследования способности к регенерации у растений и животных проводились с самых ранних времен. Однако в течение последних нескольких лет была предпринята согласованная попытка проанализировать факторы, определяющие количество и скорость регенерации. Был достигнут значительный прогресс в постулировании определенных законов, применимых к процессам регенерации частей каждого организма. Критический анализ Моргана, Леба и Чайлда был особенно стимулирующим.

Культура тканей.— Другим направлением экспериментальной работы, которое было разработано в течение последних нескольких лет Харрисоном, Карреллом и другими, является культивирование тканей организма в искусственных средах. Эти эксперименты включали культивирование в пробирках или на предметных стеклах различных тканей многочисленных видов животных. Они дали много информации о структуре, росте и размножении клеток, формировании тканей и заживлении ран.

Трансплантация и прививка.— Тесно связанные эксперименты заключаются в трансплантации органов или других частей тела в ненормальные положения, в тела других животных того же вида или представителей других биологических видов. Таким образом, было многое выяснено о потенциале органов к самодифференцировке, регуляции, регенерации и компенсаторным приспособлениям. Эксперименты показали, кроме того, независимость сомы зародышевой плазмы и раскрыли природу определенных органов, функции которых ранее были неясны.

Тропизмы и инстинкты.— Другая область экспериментальной биологии касается анализа поведения организмов в ответ на различные формы раздражителей. Эти исследования проводятся на всех группах организмов, включая личиночные стадии многих животных, и дают самые замечательные результаты. Успех в этой области исследований во многом обусловлен стимулирующим влиянием Жака Леба, Паркера, Дженнингса и их коллег.

Биологическая химия.— Еще одна экспериментальная область, которая превратилась в одну из важнейших биологических наук, связана с фундаментальными химическими и физическими изменениями, лежащими в основе всех органических явлений. Знание как физиологии, так и физической химии сегодня необходимо для любой продвинутой биологической работы. Особая природа самой жизни, роста, болезней, старости, вырождения, смерти и разложения, по-видимому, являются лишь проявлениями химических и физических законов. Таким образом, конечная цель всей экспериментальной биологии будет достигнута только тогда, когда будут поняты основные физико-химические свойства жизни. Только тогда прекратится извечный спор между витализмом и механицизмом.

Экономическая зоология.

Минутное размышление покажет, что экономическая биология является наиболее важной из всех наук для благосостояния и прогресса человечества. Ибо отношение человека к окружающей среде таково, что наказание за незнание или пренебрежение биологическими принципами, участвующими в борьбе за существование, быстро обрушивается на него ордой паразитов или других врагов.

Только разумное применение биологических знаний позволит защитить наши запасы пищи, наши леса, наших домашних животных и наш организм от вечно прожорливых организмов, которые нас окружают.

Потери запасов продовольствия и других продуктов только из-за насекомых составляют в Соединенных Штатах 100 миллионов долларов в месяц. И паразиты ежегодно приводят к гибели от болезней и преждевременных смертей многих миллионов людей. Кроме того, существуют вредные грызуны и другие животные, которые в значительной степени увеличивают наше бремя поддержки. Эти враги, наряду с войнами и грибами, являются самыми разрушительными агентами на земле. Если бы их можно было устранить, борьба человека с противостоящими силами была бы в значительной степени преодолена. Результаты недавних работ в области экономической зоологии, как в отношении уничтожения врагов, так и защиты полезных млекопитающих, птиц и рыб, открывают радужные перспективы на будущее.

Протозоология.—Отчасти как экспериментальное поле для решения общепаразитических проблем, а отчасти благодаря своим практическим применениям изучение простейших в настоящее время превратилось в особую науку.

Результаты исследований Калкинса, Вудраффа, Дженнингса и других значительно дополнили наше понимание значения таких важных биологических явлений, как размножение, половая дифференцировка, конъюгация, тропизмы и метаболизм.

Недавно было показано, что с экономической точки зрения простейшие имеют наибольшее значение из-за болезней человека и животных, за которые они ответственны.

Паразитология. К животным паразитам человека, одомашненных животных и растений относятся многочисленные виды простейших, червей и насекомых. Вместе с бактериями и несколькими высшими грибами они вызывают все инфекционные заболевания. Когда мы принимаем во внимание, что не только наше здоровье, но и все наши запасы пищи зависят от уничтожения этих организмов, мы должны признать, что паразитология является наиболее важной с экономической точки зрения из всех наук.

Отчеты о расследованиях, проведенных Стайлзом и его коллегами в Гигиенической лаборатории, а также Рэнсомом и его сотрудниками в Бюро животноводства, широко распространяются федеральным правительством. Систематические исследования, столь умело начатые Джозефом Лейди в середине прошлого века, были продолжены Уордом, Линтоном, Праттом, Кертисом и другими учеными, изучающими паразитов многих групп животных.

Экономическая энтомология.—Другой чрезвычайно важной биологической наукой, практическое применение которой по значимости уступает только паразитологии, является энтомология. За последние несколько лет экономическая энтомология превзошла любую другую отрасль биологии по количеству исследователей. Американская ассоциация экономических энтомологов насчитывает около пятисот членов. Работа большинства из них поддерживается за счет ассигнований от правительств штатов и федерального правительства, а результаты их исследований широко публикуются.

В настоящее время хорошо известно, что некоторые из простейших паразитов передаются от человека к человеку только через укусы насекомых. Недавно благодаря применению мер по

уничтожению таких насекомых удалось искоренить на местном уровне несколько наших наиболее смертельных болезней. Это величайший триумф экономической зоологии.

Экономическая ихтиология.—Комиссия по рыболовству США в течение многих лет активно занималась исследованиями пищевых рыб, включая методы увеличения запасов пищи путем надлежащей защиты и искусственного размножения. Работа включает также съедобных и других полезных моллюсков и ракообразных. Их морские и пресноводные лаборатории также оказали большую услугу общей биологической науке.

Экономическая орнитология и маммология.—В дополнение к местным клубам птиц и Американскому союзу орнитологов по изучению и сохранению жизни птиц и млекопитающих, Бюро биологических исследований в течение нескольких лет проводило исследования экономической значимости различных видов. Публикации этого Бюро имеют большую ценность как для определения экономического статуса наших птиц и млекопитающих, так и для рекомендаций средств защиты полезных видов и уничтожения вредных. Несколько штатов выпускают аналогичные публикации.

Генетика.

Одна из самых интересных глав в биологии связана с развитием современной науки о наследственности, или генетики.

До 1900 года, когда был вновь открыт менделевский принцип наследования, относительная важность наследственности и окружающей среды в развитии организма была мало изучена. Это правда, что Вейсман настаивал на независимости сомы и зародышевой плазмы несколькими годами ранее (1883), но тело индивидуума по-прежнему считалось ключом к его наследственности.

Признание общего применения открытия Менделя дало большой толчок экспериментальной селекции как растений, так и животных. Если раньше было необходимо полагаться на соматические признаки как свидетельство наследственной конституции индивида, то теперь стало возможным, зная наследственную конституцию родителей любой пары индивидов, предсказывать с почти математической точностью характеры их возможного потомства.

В общем, законы возможных случайных комбинаций любой группы признаков определяют вероятность того, что любое конкретное потомство будет обладать одним или многими из этих признаков. Физической основой такого менделевского наследования, очевидно, являются случайные комбинации хромосом, возникающие в результате процессов созревания и объединения зародышевых клеток.

Существуют определенные ограничения к закону, поскольку относительно небольшое количество хромосом предполагает сцепление генов, из-за случайного обмена группами генов между гомологичными хромосомами, а также потому, что относительная активность или потенция любого конкретного гена может отличаться у разных рас, и, наконец, потому, что нормальная активность любого данного гена может быть модифицирована или подавлена действием других генов. Однако ни в коем случае нельзя быть уверенным, что все наследование является менделевским, поскольку все еще остается много свидетельств того, что наследственная основа определенных признаков может находиться в цитоплазме, а не в хромосомах. Недавняя книга Моргана, Стертеванта, Мюллера и Бриджеса (1915), озаглавленная

“Механизм менделевской наследственности”, дает цитологическое объяснение менделевской наследственности.

Американцы с самого начала приняли ведущее участие в этой области исследований и быстро осознали ее практическое применение для улучшения пород как животных, так и растений. Это выдающееся положение во многом обусловлено экспериментальными работами Касла, Дэвенпорта, Моргана, Дженнингса, Перл и их коллег на животных, а также работами Иста, Эмерсона, Дэвиса, Хейса и Шалла на растениях.

Теперь генетик понимает, что внешний вид тела (фенотип) дает лишь небольшой ключ к наследованию (генотипу). То, что два белых цветка дают только фиолетовое потомство, или две белые курицы дают только темноокрашенных цыплят, или что у пары морских свинок, одна из которых черная, а другая белая, есть только потомство серого агути, в то время как другие внешне похожие белые цветы или животные дают потомство, подобное им самим, теперь легко постижимо и математически предсказуемо.

Самое важное применение наших недавно приобретенных знаний о наследственности заключается в улучшении человеческой расы. Чудесные возможности в этом направлении должны быть очевидны всем. Благополучие человечества зависит от немедленного принятия евгенических принципов. Архив евгеники сохранил многие важные данные.

С невиданными ранее темпами уничтожения лучшей в мире зародышевой плазмы перспективы будущей расы были бы ужасающими, если бы не надежда, что с наступлением справедливого мира придет осознание необходимости применения этих новых биологических открытий для улучшения человеческих рас. Нельзя считать возможным, что эти открытия были сделаны слишком поздно в мировой истории, чтобы принести такую пользу человечеству.

Эволюция.

До публикации книги Дарвина “Происхождение видов” в 1859 году американские зоологи в целом были склонны к особому сотворению, несмотря на доказательства эволюции, представленные Эразмом Дарвином, Бюффоном, Ламарком и Жоффруа Сент-Илером. Такое умонастроение сохранялось в течение нескольких лет после публикации теории естественного отбора Дарвина и Уоллеса. Отчасти это было связано с мощным влиянием Луиса Агассиса и других, которые яростно выступали против дарвиновской теории. Влияние Эйсы Грей на получение всеобщего признания этой теории объясняется в следующей главе.

Модифицированная доктрина Ламарка получила широкое признание в последней четверти века, во многом благодаря влиянию Коупа, Хаятта и Паккарда. Наследование “приобретенных признаков”, требуемое этой теорией, кажется несовместимым с открытиями недавнего времени, так что “сегодня у теории мало последователей среди подготовленных исследователей, но она по-прежнему пользуется популярностью, которая широко распространена и громогласна”.^[183]

Происхождение новых разновидностей и видов в результате случайных модификаций (мутаций) зародышевой плазмы в настоящее время является наиболее широко принятой теорией эволюции.

Некоторые из наиболее важных открытий, касающихся происхождения новых форм, были недавно сделаны Морганом и его учениками. За шесть лет из стада обыкновенной плодовой мушки (*Drosophila ampelophila*) возникло более 125 новых видов. Каждый из этих типов порождает истину. “Каждый возник независимо и внезапно. Каждая часть тела была затронута той или иной из этих мутаций”. Произвольное расположение этих мутаций в градуированные серии создало бы впечатление эволюционного ряда, но это прямо противоречит известным фактам, касающимся их происхождения, поскольку каждая мутация “возникла независимо от дикого типа”. “Эволюция произошла путем включения в расу тех мутаций, которые полезны для жизни и размножения индивида”. Этот эволюционный процесс обычно сопровождается элиминацией тех форм, которые остались стабильными или у которых развились неблагоприятные мутации.

Вопрос, который в настоящее время активно обсуждается, касается возможного влияния отбора на наследственные факторы. Являются ли гены фиксированными как качественно, так и количественно, или данный ген различается по активности в разных условиях и у разных индивидуумов? В первом случае отбор может только разделить существующие гены на отдельные чистые штаммы. Но если ген будет количественно изменчив, то отбор приведет к созданию новых типов.

Касл долгое время стойко поддерживал эффект такого отбора, и его силы недавно пополнились Дженнингсом. Проводимая сейчас экспериментальная работа, несомненно, даст решающий ответ.

Заключение.

Сравнение простой описательной естественной истории столетней давности с предшествующими многочисленными достижениями современной биологии укажет на удивительный прогресс, произошедший за этот период. Путь вел от грубых методов, доступных практически невооруженному глазу и руке, к применению самого тонкого экспериментального оборудования. Ибо поразительный успех, которого достигла зоология, был возможен только благодаря умелому использованию скальпеля, микроскопа, микротомы и других механических устройств, а также утонченных методов химика и физика.

Центральная истина, на которую последовательно указывают все эти открытия, заключается в единстве и гармонии всех биологических явлений, да и всей природы в целом. Зоолог больше не находит какой-либо разграничительной линии, отделяющей его область исследований от области ботаника, химика или даже физика, поскольку все естественные науки, очевидно, имеют дело с тесно связанными явлениями. Целью будущего будет как завершение уже намеченных областей обучения, так и получение исчерпывающего объяснения соответствующих общих принципов.

Примечания.

173. Там же., 4, 9, 1888. Обе эти статьи перепечатаны в App. Rept. Смитсоновский институт, 1897, США. Музей, Ч. 2, стр. 357-466, 1901.
174. Луис Агассис: его жизнь и переписка, Элизабет Кэри Агассис, стр. 145, 1885.
175. Список наземных млекопитающих Северной Америки в Национальном музее США, 1911. Булл. 79, США, Nat. Mus., 1912.
176. Птицы Северной и Средней Америки, Bull. 50, части I-VII, США, Nat. Mus., 1901-1916.
177. Отчет Национальной службы США. Mus. за 1898 г., стр. 153-1270, 1900.
178. Булла. 34, США, Nat. Mus., 1889.
179. Булла. 47, части I-IV, США, Nat. Mus., 1896-1900.
180. Дж. Леб, Организм в целом, стр. 126, 1916.
181. Цикл зародышевых клеток у животных, 1914.
182. Клетка в развитии и наследовании, 1896; второе издание, 1900.
183. Морган, Т. Х. Критический анализ теории эволюции, стр. 32, 1916.

XIII

РАЗВИТИЕ БОТАНИКИ С 1818 г.

ДЖОРДЖ Л. ГУДЕЙЛ

“Наша ботаника, это правда, была широко и успешно исследована, но эта область по-прежнему богата и вознаграждает каждое новое исследование каким-нибудь интересным открытием.”

Таковы слова, которыми проникательный и дальновидный основатель Американского журнала науки и искусств в своем общем введении к первому тому ссылается на изучение растений. Очевидно, что редактор, приступая к этому новому предприятию, оценил привлекательность этой привлекательной области и с сочувствием признал хорошую работу, которая в ней проводилась. Поэтому неудивительно, что он приветствовал появление на страницах своего первого номера статей по ботанике.

Ранние ботанические работы. Коллекции высушенных и живых североамериканских растений, которые время от времени доставлялись ботаникам Европы, были тщательно изучены, и результаты были опубликованы в доступных трактатах. Помимо этих общих трактатов, были изданы определенные работы, полностью посвященные Американской флоре. Среди последних можно упомянуть “Флору” Пурша (1814) и “Роды” Натталла (1818). Было также несколько работ, которые были довольно популярны по своему характеру, таких как

“Руководство по ботанике Северной Америки” Амоса Итона (1817) и “Коллекция растений Бостона и окрестностей” Бигелоу (1814). Эти справочники были удобны и обладали очарованием того, что не были исчерпывающими; следовательно, ботаник, будь то профессионал или любитель, чувствовал, что у него есть хороший шанс обогатить список видов и дополнить его к следующему изданию.

Ранние годы ботаники в журнале.

В то время у ботаников в стране не было журнала, посвященного их науке. То тут, то там они находили возможность опубликовать свои открытия в каком-нибудь медицинском периодическом издании или в местной газете. Поэтому американские ботаники воспользовались гостеприимством, оказанным Силлиманом авторам статей-ботаников, и опубликовали свои результаты в журнале, посвященном науке в широком смысле этого слова. Специализация и подразделение науки тогда еще не начали разделять смежные дисциплины, и, следовательно, ботаники чувствовали, что будут чувствовать себя как дома в этом журнале, который ведет химик. Ботаники быстро откликнулись на это приглашение, представив интересные материалы.

Следует помнить, что приборы, находившиеся в распоряжении натуралистов на момент начала работы Журнала, были несовершенны и неадекватны. У ботаника не было удобного ахроматического микроскопа, и он не располагал химическими средствами, которые теперь считаются необходимыми даже для простейших исследований. Следовательно, внимание почти полностью уделялось таким вопросам, как формы растений и более очевидные явления растительной жизни. Учитывая скудость инструментальных средств в исследованиях, достигнутые результаты следует рассматривать как удивительные.

В самом первом томе Журнала, датированном 1818 годом, есть описания четырех новых родов и четырех новых видов растений; несомненно, большое место в нем отведено систематической ботанике. Помимо этих статей, есть несколько поучительных заметок, касающихся нескольких растений, которые до того времени были недостаточно изучены. Существуют четыре цветочных календаря, в которых подробно рассказывается о цветении и плодоношении растений в ограниченных районах - ботаническом предмете, имеющем определенное значение, но, вероятно, со временем ставшем утомительным. Именно здесь, умение редактора ограничивать нежелательные материалы демонстрируется его тактичным замечанием, призванным успокоить чувства многословного автора, чей слишком длинный список растений в цветочном календаре он редакторски сократил до разумных пределов. Редактор отмечает: “такие расширенные наблюдения желательны, но не всегда может быть удобно включать очень объемные детали ежедневного появления цветов”. Удобно рассматривать отдельные статьи по ботанике, опубликованные в первой серии томов Журнала за двадцатилетний период, период до того, как Эйса Грей стал активно и постоянно связан с журналом.

В систематической и географической ботанике можно найти сообщения Дугласа и Торри (**4**, 56, 1822) о растениях тогдашнего Северо-запада; Льюис К. Бек (**10**, 257, 1826; **11**, 167, 1826; **14**, 112, 1828) опубликовал ценные статьи по ботанике Иллинойса и Миссури; есть буквальный перевод доктора Рушенбергера (**19**, 63, 299, 1831; **20**, 248, 1831; **23**, 78, 250, 1833) из очень длинного списка растений чили; Волле и Хюбенер (**37**, 310, 1839) дали аннотированный каталог

ботанических образцов, собранных в Пенсильвании; Такерман (45, 27, 1843) представил сообщения о многочисленных видах, которые он критически исследовал; Дарлингтон (41, 365, 1841) опубликовал свою лекцию о травах; Эйса Грей (40, 1, 1841) дал обзор растений Чили. поучительный отчет о посещенных им европейских гербариях, и он также опубликовал очаровательный отчет (42, 1, 1842) о ботаническом путешествии в горы Северной Каролины. Самой обширной серией ботанических публикаций того времени были карикатуры профессора Дьюи из Уильямс-колледжа, представленные во многих номерах журнала; первая из них в 7, стр. 264-278, 1824. Были также описания некоторых новых родов и видов, а также критические исследования в области синонимов.

Криптогамная ботаника представлена в первой серии томов журнала исследованием папоротников и мхов Л. К. Бека (15, 287, 1829), гистологией сосудистой системы папоротников Бейли (35, 113, 1839), *Systema mycologicum* Фриса (12, 235, 1829), а также Де Швайницем (9, 397, 1825) и Хэлси, у которых в руках была криптогамная система. руководство пользователя. Существуют две важные статьи Александра Брауна, переведенные доктором Джорджем Энгельманом, одна о равноцветных Северной Америки (46, 81, 1844), а другая о характерах (46, 92, 1844).

Палеонтология растений начала привлекать внимание во многих местах нашей страны, и поэтому переведенным материалам Бронгнярта об ископаемых растениях было отведено место в журнале. Физиологии растений уделялось значительное внимание либо в коротких заметках, либо в более объемных статьях. Появляются такие названия, как "Дыхание растений", "циркуляция сока", "выделяемые растениями вещества", "Воздействие определенных газов и ядов на растения" и "отношение растений к свету различных цветов". Одной из наиболее важных заметок является та, в которой описывается открытие Робертом Брауном (19, 393, 1831) постоянного движения мельчайших частиц, взвешенных в жидкости, впервые обнаруженное им в ямках пыльцевых зерен и теперь известное как броуновское (или бруноновское) движение. Интересен заголовок, под которым публикуется эта заметка: "Движение живых частиц во всех видах материи".

Одна сторона ботаники связана с сельским хозяйством и экономикой. Эта сторона была представлена даже в первом томе Журнала исследованием "сравнительного количества питательных веществ, которое можно получить с акра земли при возделывании картофеля или пшеницы". В последующих томах этой серии также представлены этапы, представляющие особый интерес сточки зрения экономики; например, те, которые касаются севооборота культур и обогащения почвы. Вероятно, экономическая статья, которую можно рассматривать как наиболее важную, фактически эпохальную, - это полный отчет об изобретении Аппертом метода неограниченного сохранения продуктов питания (13, 163, 1828). Все мы знаем, что процесс Апперта произвел революцию в консервировании пищевых продуктов и в его современной модификации лежит в основе обширной индустрии фруктовых, овощных консервов и так далее. Есть также предложения относительно использования новых продуктов или старых продуктов по-новому, которые напоминают предложения, сделанные в наши дни по консервированию продуктов питания. Например, показано, что муку можно приготовить из семян бобовых путем пропаривания и последующей сушки, а также измельчения в порошок. Существуют отличные рекомендации относительно наилучших способов приготовления и использования картофеля, а также по его консервированию под землей, где он будет оставаться годным в течение года или двух. Доказано, что из картофельной муки можно приготовить

превосходный хлеб. Описан другой способ приготовления хлеба, а именно из древесины, но он не кажется столь практичным. Есть интересные заметки о сахарной свекле как источнике сахара, и здесь появляется одно из самых ранних описаний чайного растения Ассам, которому было суждено произвести революцию в чайной промышленности во всем мире. При производстве бумаги следует использовать веревочные и текстильные волокна коры и древесины. На самом деле, при тщательном изучении предыдущих томов Журнала можно столкнуться со многими подобными сюрпризами в экономической ботанике.

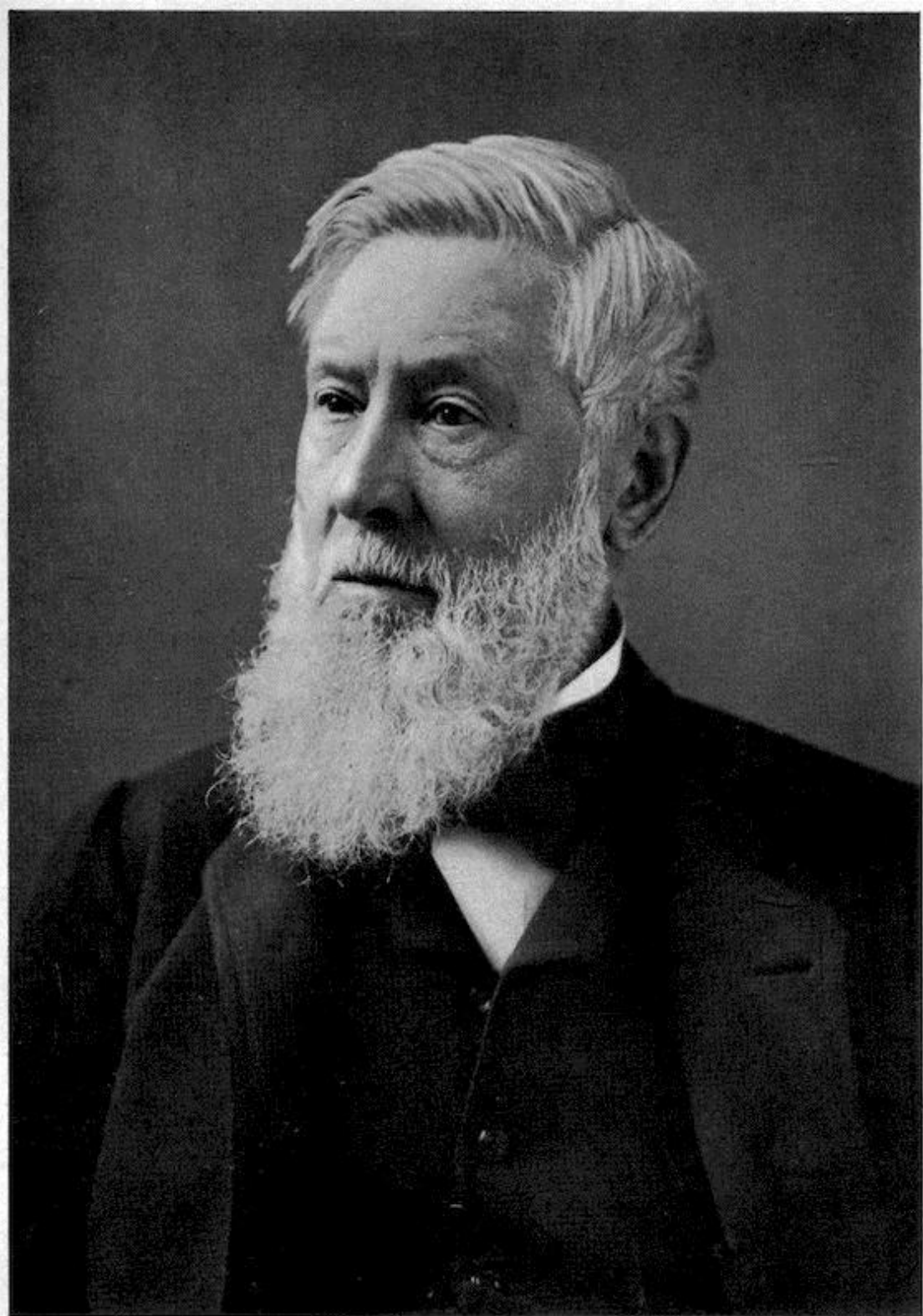
В первых номерах Журнала с достаточной полнотой представлены отчеты о замечательном открытии Дагерром и другими учеными процесса получения изображений при помощи света, на серебряной пластинке или на бумаге (37, 374, 1839; 38, 97, 1840 и т.д.). Не прошло и многих лет, как Журналу представился случай показать, что эти новые фотографические схемы могут быть полезны при исследовании проблем ботаники. На страницах Журнала можно было бы легко проследить развитие этого искусства в его связи с естественной историей. Силлиман обладал большой проницательностью, отбирая для своего предприятия все новинки, которые обещали послужить развитию науки. В 1825 году (9, 263) Журнал перепечатал из Эдинбургского научного журнала эссе доктора (впоследствии сэра) Уильяма Джексона Хукера об американской ботанике. В этом эссе автор утверждает, что “различные научные журналы”, которые “издаются в Америке, содержат много воспоминаний о местных растениях. Среди первых по ценности и, как мы думаем, также первых по времени мы должны назвать Silliman's Journal of Science”. Автор перечисляет некоторых сотрудников журнала и названия их статей.

Полезной практикой Журнала почти с самого начала было переносить на его страницы мемуары, которые в противном случае, скорее всего, ускользнули бы от внимания большинства американских ботаников. Объявления о книгах и более объемные рецензии на книги охватывали настолько широкую область, что знакомили читателей журнала почти со всей современной ботанической литературой как у нас, так и за рубежом. Эти критические замечания во многом способствовали симметричному развитию ботаники в Соединенных Штатах. И, как мы сейчас увидим, журнальные заметки и обзоры в руках Эйсы Грея продолжали оставаться одним из важнейших факторов развития американской ботаники.

Эйса Грей и дневник.

В 1834 году в журнале (25, 346) появляется “Очерк минералогии части округов Джефферсон и Сент-Лоуренс, штат Нью-Йорк, составленный Дж. Б. Кроу из Уотертауна и А. Греем из Ютики, штат Нью-Йорк”. По-видимому, это первое упоминание в Журнале имени доктора Эйзы Грей, который вскоре после этой даты полностью отождествил себя с его ботаническими интересами. В начале своей карьеры, как до, так и сразу после получения медицинского образования, Грей уделял много внимания различным разделам естественной истории в широком смысле этого слова. Он не только учился, но и преподавал “химию, геологию, минералогию и ботанику”, причем последней отрасли он уделял больше всего своего внимания. Среди его первых наставников в изучении ботаники можно упомянуть доктора Хэдди, “который немного научился ботанике у доктора Айвза из Нью-Хейвена”, и доктора Льюиса К. Бека из Олбани, автора книги “Ботаника Соединенных Штатов к северу от Вирджинии”. В тот период он познакомился с доктором Джоном Торри из Нью-Йорка, с которым позже стал сотрудничать в наиболее важной описательной работе. В период между его окончанием медицинского факультета и 1842 годом, когда он поступил в Гарвардский колледж, его деятельность была разнообразной и

интенсивной, так что его подготовка к выдающейся карьере была очень широкой и тщательной. Его первый визит в Европу в 1838 году привел его к личным отношениям с большим количеством ботаников Великобритании и Континента. Это обширное знакомство, дополненное его обширной подготовкой, позволило ему с самого начала оказывать глубокое влияние на прогресс его любимой науки. Он сделал журнал притоком этого развития. Впервые его имя появляется в качестве заместителя редактора в 1853 году, но в журнале есть статьи, написанные его перу, которые датируются более ранней датой. Первая из этих ранних ботанических работ следующая: “Перевод мемуаров, озаглавленных ”Beiträge zur Lehre von der Befruchtung der Pflanzen“ (вклад в доктрину оплодотворения растений, А. Дж. К. Корда:) с предваряющими замечаниями о прогрессе в открытии, связанном с оплодотворением растений; Эйса Грей, доктор медицины” (31, 308, 1837). Доктор Грей говорит, что он сделал перевод с немецкого для собственного личного использования, но подумал, что это может быть интересно в Лицее он представил его Обществу с "кратким отчетом о прогрессе в области открытий, касающихся оплодотворения цветковых растений, с целью сделать мемуары более понятными для тех, кто не особенно знаком с современным состоянием ботанической науки". Перевод занимает шесть страниц журнала, в то время как вступительные замечания занимают девять страниц. Вступительные замечания представляют собой исчерпывающее эссе по теме, изложенное привлекательным и совершенно ясным языком. Переводчик демонстрирует полное знакомство с рассматриваемым вопросом и дает адекватный отчет обо всей работе, сделанной по данному вопросу до даты публикации статьи М. Корда. Второй важной работой, написанной им ближе к этому периоду, является его обзор "Естественной системы ботаники: или систематический взгляд на организацию, естественное сходство и географическое распределение всего растительного царства; вместе с использованием наиболее важных видов в медицине, искусстве, сельском хозяйстве и домашнем хозяйстве" Джона Линдли. Второе издание, с многочисленными дополнениями и исправлениями, а также полным списком родов и их синонимов. Лондон: 1836” (32, 292, 1837). Очень краткое уведомление об этой работе в первой части тома за 1837 год завершается словами: “Более развернутого уведомления об этой работе можно ожидать в следующем номере Журнала”. Расширенное уведомление оказалось критическим исследованием работы, подписанным инициалами А. Г., которые позже стали так хорошо знакомы читателям журнала. Цитирование нескольких его предложений укажет на решительную и спокойную манеру, в которой доктор Грей даже в самом начале писал свои объявления о книгах. Говоря о втором издании работы профессора Линдли, он говорит:



Sincerely Yours

Abraham

Нет необходимости утверждать, что трактат такого рода был крайне необходим, или ссылаться на особую квалификацию образованного и трудолюбивого автора для выполнения поставленной задачи, или на высокую оценку, которой пользуется этот труд в Европе. Но мы можем должным образом привести наше свидетельство о том большом и благоприятном влиянии, которое это оказало на прогресс ботанической науки в Соединенных Штатах. Как ни велики, несомненно, достоинства этой работы, мы, тем не менее, должны быть извинены за использование терминов экстравагантного и иногда двусмысленного панегирика, используемого популярным автором, который серьезно сообщает своим читателям, что ни одна книга, с тех пор как печатные Библии были впервые проданы в Париже доктором Фаустусом, никогда не вызвала такого удивления, как издание доктора Торри "Введения в естественную систему ботаники" Линдли. Теперь мы с трудом можем поверить, что автору или американскому редактору упомянутой работы когда-либо грозила опасность, как и честному доктору Фаустусу, быть сожженным за колдовство, и мы не находим на ее страницах ничего, что могло бы произвести столь поразительный эффект, за исключением, возможно, воздействия на умы тех ботаников, если таковыми их можно назвать, которые никогда не мечтали о каких-либо важных изменениях в науке с момента появления перевода "Species Plantarum" доктора Тертона и которые говорят о Жюссье как о писателе, значительно улучшившем естественные порядки Линнея".

В журнале за 1840 год есть большая группа неподписанных рецензий на книги под заголовком "Краткие заметки о последних ботанических работах, особенно о тех, которые наиболее интересны изучающим ботанику Северной Америки". Первый из этих кратких обзоров посвящен второму разделу части VII книги Де Кандоля "Продром". В 1847 году рассмотрение "Продрома" возобновляется тем же автором и добавляются инициалы А. Г. Это указывает на то, что доктор Грей, вероятно, был автором некоторых неподписанных рецензий на книги, появившихся в Журнале между 1837 и 1840 годами. Несомненно, Силлиман воспользовался помощью своих коллег, Эли Айвза и других, в Нью-Хейвене, в изучении современной ботанической литературы, и весьма вероятно, что он рано заручился помощью молодого доктора Грея, который показал себя проницательным критиком, а также приятным писателем. Объявления о ботанических работах 1840 года несут на себе следы того, что они были написаны одной рукой. Они охватывают чрезвычайно широкий круг тем. Хотя они добродушны, они настроены критически, и они во многом способствовали развитию ботаники в этой стране в соответствии с безопасными принципами.

Грей как редактор. — Имя Грея как заместителя редактора журнала появляется в 1853 году. Как мы видели, на протяжении многих лет он был желанным автором. Его влияние на развитие ботаники в Соединенных Штатах во многом объяснялось его связью с журналом. Его обзоры охватывали очень широкий диапазон и в значительной степени дополняли другие его образовательные работы. Здесь следует упомянуть о его проницательности как автора образовательных трактатов. В своем первом начальном учебнике, опубликованном в 1836 году, он выразил совершенно оригинальные взгляды относительно определенных фаз структуры и функций растений, которые позже стали общепринятыми. Его Руководство по ботанике было составлено и сохранялось в последующих изданиях по плану, который не привлекал тех, кто хотел работать по принципу наименьшего сопротивления; фактически, у него не хватало терпения к тем, кто хотел просто выяснить название растения. В журнале он подчеркивает желательность изучения всех родственных свойств рассматриваемого растения. В более

поздний период, когда в жизни растений были открыты совершенно новые главы, он стремился своими публикациями в журнале заинтересовать студентов этим более широким кругозором.

Профессор К. С. Сарджент разумно отобрал некоторые из наиболее важных научных работ профессора Грея и переиздал их в удобной форме.^[184] Многие из этих статей были предоставлены журналу в виде обзоров. Эти обзоры затрагивают почти все отрасли ботаники. Как справедливо замечает Сарджент, “Многие обзоры наполнены оригинальными и наводящими на размышления наблюдениями и, взятые вместе, дают лучший отчет о развитии ботанической литературы за последние пятьдесят лет, который когда-либо был написан”. В этих более пространственных обзорах в журнале Грей обычно рассматривал рецензируемую книгу как дающую возможность проиллюстрировать какую-то важную тему, и многие рецензии переполнены его изложениями. Например, в своем исследовании “Растительной клетки” вонМоля (15, 451, 1853) он рассматривает всю тему микроскопической структуры в той мере, в какой она понималась в то время, и указывает на вероятные ошибки некоторых современников Моля, показывая, каков и насколько велик был вклад самого Моля в гистологию. Такой обзор является важной вехой в науке. Физиология клетки и питание растений были любимыми темами профессора Грея, и он привнес большую часть своих знаний по ним в такой обзор, как обзор Буссингоя (25, 120, 1858) о “Влиянии нитратов на производство растительных веществ”.

Как ботаник-систематик, Грей, естественно, очень интересовался щекотливым вопросом номенклатуры растений. Одним из его наиболее важных сообщений журналу является его рецензия на работу Декандоля по этому вопросу в томе за 1883 год (26, 417). Он занимается этим сугубо техническим вопросом во многом так же, как и в статье для журнала, которую он сделал в 1868 году (46, 63). В обеих этих статьях он четко излагает общие черты кодекса номенклатуры. Он прямо говорит, что кодекс не устанавливает, а скорее декларирует общий закон ботаников. Трактровка предмета в его руках по праву произвела бы впечатление на широкого читателя, поскольку демонстрирует сильное желание применять здравый смысл к сомнительным случаям, вместо того чтобы настаивать на негибких правилах. По этой причине его практические правила не всегда были приемлемы для тех, кто стремился обеспечить соответствие произвольным правилам любой ценой. Как он сказал в статье, опубликованной в “Джорнал” в 1847 году (3, 302), “Трудность реформы возрастает вместе с ее необходимостью. Гораздо легче констатировать зло, чем облегчить его; и благонамеренные усилия, которые недавно были предприняты с этой целью, некоторые из них, вероятно, в случае принятия, усугубят путаницу”. Это чувство привело его к тому, что он был очень консервативен в вопросе номенклатурных реформ.

Этот предмет ботанической номенклатуры иллюстрирует метод, часто используемый профессором Греем для выяснения сложного вопроса. Он находил в рассматриваемом трактате текст или тексты, на основе которых строил свой собственный трактат, и таким образом прояснял свои собственные взгляды относительно большинства важных этапов ботаники. Когда он сталкивался со спорными вопросами, его позиция по-прежнему оставалась судебной. Хотя он был терпим к мнениям, которые противоречили его собственным, он всегда был строг к шарлатанству и нетерпим к неточностям. Страницы журнала содержат много резкой критики в его адрес, но непредвзятый человек сказал бы, что эта резкость заслуженна.

Иногда, однако, вместо рецензии на книгу или выступление он следовал обычаю, заложенному в самом начале истории Журнала, делать обильные выдержки и таким образом давать

читателям возможность ознакомиться с материалами, которые в противном случае могли бы и не попасться им на пути.

Вклад Грея в журнал насчитывает более тысячи названий, не считая мемориальных заметок и коротких некрологов. В этих заметках он в нескольких хорошо подобранных словах резюмирует вклад, внесенный в ботанику его современниками. Даже в тех немногих случаях, когда он чувствовал себя обязанным с неодобрением отметить некоторые работы, он выражал свое личное дружелюбие. Некрология, как выяснялось из месяца в месяц, была делом любви. Все более длинные мемориальные объявления - это то, что сейчас модно называть благодарностями, и они сформулированы так удачно, что может показаться, будто автор во многих случаях спрашивал себя: "Внес бы ли мой друг, о котором я сейчас пишу, какие-либо изменения в этот набросок?"

Грей о дарвинизме. — В октябре 1859 года был опубликован эпохальный труд Дарвина "Происхождение видов". Первый экземпляр был отправлен редактору журнала профессору Джеймсу Д. Дане. Это письмо прибыло в Нью-Хейвен 21 декабря, но ему предшествовало личное письмо, которое представляет такой большой интерес, что оно приводится здесь полностью. Следует добавить, что Дана в это время находился в Европе, где провел год в поисках здоровья после серьезного нервного срыва. В его отсутствие книга была замечена Греем, как указано ниже. Письмо выглядит следующим образом:

Даун, Бромли, Кент.

11 ноября 1859 года.

Мой дорогой сэр,

Я послал вам экземпляр моей Книги (пока только аннотацию) о происхождении видов. Я слишком хорошо знаю, что вывод, к которому я пришел, ужаснет вас, но вы, я верю и надеюсь, отдадите мне должное, по крайней мере, за честный поиск истины. Я надеюсь, что вы прочтете мою Книгу от начала до конца; в противном случае из-за большого сгущения она будет непонятна. Прошу вас, не сочтите меня настолько самонадеянным, чтобы надеяться обратить вас в свою веру; но если у вас найдется время внимательно прочитать это, а затем вы сделаете то, что гораздо важнее, время от времени будете вспоминать о моейточке зрения, я надеюсь, что вы согласитесь, что в пользу изменчивости видов можно сказать больше, чем кажется на первый взгляд. Мне потребовалось много долгих лет, прежде чем я полностью отказался от общепринятого взгляда на отдельное сотворение каждого вида. Поверьте мне, с искренним уважением и сердечной благодарностью за многочисленные акты научной доброты, которые я получил от вас,

Мой дорогой сэр,

Искренне ваш,

Чарльз Дарвин.

В марте 1860 г. (29, 153) Грей опубликовал в Журнале подробный и осторожный обзор работ Дарвина. Он намекнул на отсутствие главного редактора журнала следующими словами:

“Обязанность рецензирования этого тома в Американском научном журнале, естественно, легла бы на главного редактора, чья широкая наблюдательность и глубокие знания различных отделов естественной истории, а также геологии особенно подходят для выполнения этой задачи. Но он был вынужден отложить перо, чтобы найти в далеких странах полный покой от научного труда, столь необходимого для восстановления его здоровья, завершения, которого искренне хотелось бы и которого с уверенностью можно ожидать. Как бы ни заинтересовал мистера Дану этот том, нельзя было ожидать, что он примет его доктрину. Взгляды, столь идеалистические, как те, на которых основаны его "Мысли о видах", не будут легко согласовываться со столь насквозь натуралистической доктриной, как доктрина м-ра Дарвина.... Между доктринами, изложенными в этой книге, и доктринами великого натуралиста, чье имя украшает титульный лист этого журнала [мистера Агассиса], обнаруживаются широчайшие расхождения ”.

Затем Грей продолжает противопоставлять две точки зрения Дарвина и Агассиса, “поскольку этот контраст наиболее ярко выявляет и оттеняет основные черты теории происхождения видов посредством естественного отбора”. Затем он с большой справедливостью излагает обе стороны и продолжает:

“Кто сделает выбор между такими крайними взглядами, столь умело поддерживаемыми обеими сторонами, и скажет, сколько правды может быть в каждом из них. Настоящий рецензент не имеет права брать на себя такую задачу. Не имея предубеждения в пользу натуралистических теорий, но пораженные выдающимся мастерством работы м-ра Дарвина и очарованные ее справедливостью, наш скромный долг будет выполнен, если, отбросив, насколько мы можем, предубеждения, мы сумеем честно изложить его метод и аргументацию, предложив, между прочим, несколько предположений, которые могут прийти в голову любому натуралисту с пытливым умом. Справедливости ради следует отказаться от редакторского характера этой статьи. Местоимение множественного числа используется не для придания редакторского веса, а для того, чтобы избежать даже видимости эгоизма, а также уклончивости, которая сопутствует строгому соблюдению безличного стиля ”.

В этом обзоре он медленно и вдумчиво, но не робко, продвигается по новым путям. В обзоре нет четких указаний на то, что он все еще принял решение относительно обоснованности гипотезы Дарвина. Но во второй статье, появившейся в журнале за сентябрь того же года (**30**, 226), под названием “Дискуссия между двумя читателями ”Трактата Дарвина о происхождении видов” о его естественной теологии”, Грей явно начинает склоняться к весьма благоприятному взгляду на дарвиновскую теорию и использует следующую оригинальную иллюстрацию, чтобы показать, что она не противоречит теистическому замыслу. Несколько процитированных здесь абзацев показывают совершенство его стиля в спорном вопросе:

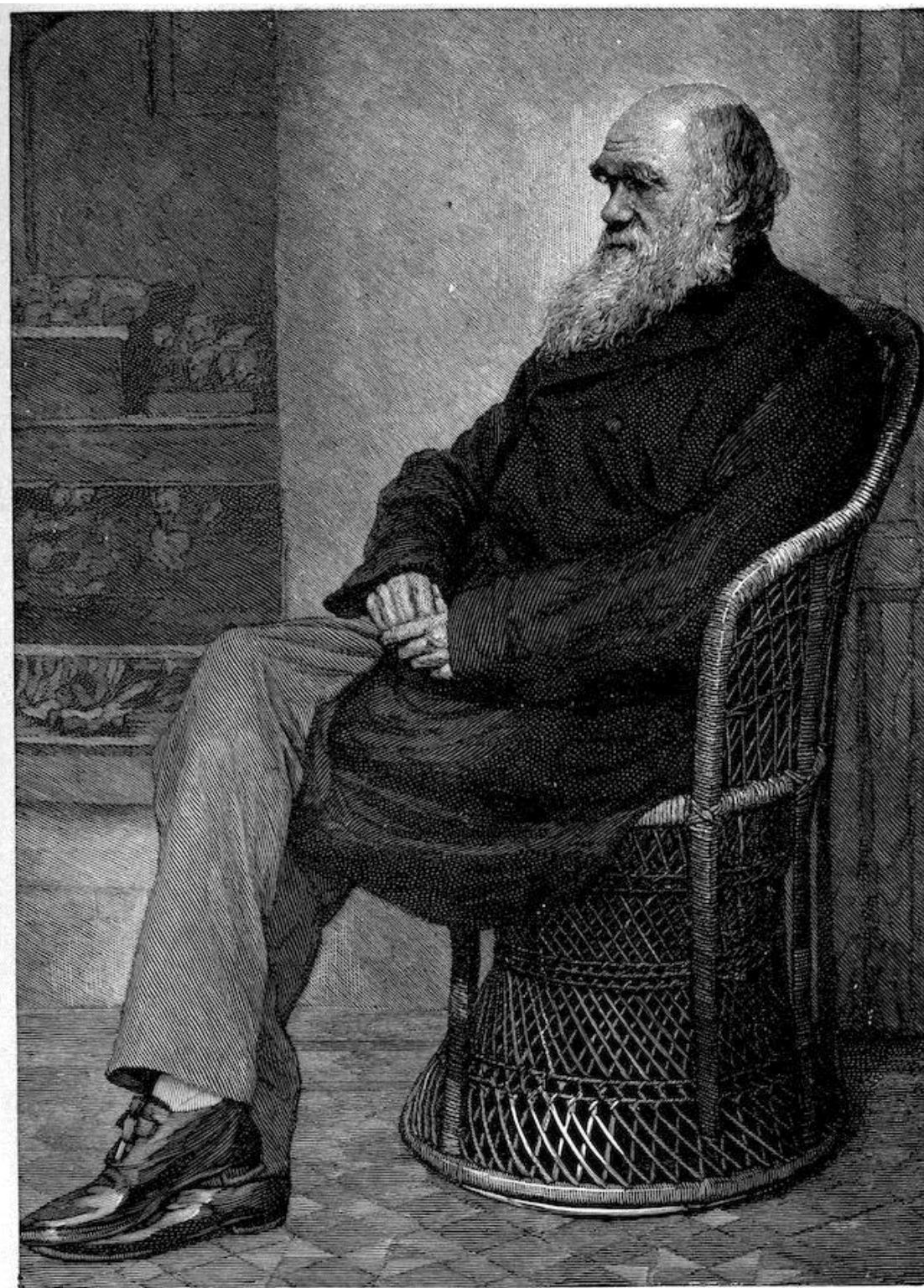
“Вспомните женщину прошлого поколения и покажите ей полотно; спросите ее, как оно было сделано, и она скажет, что шерсть или хлопок чесали, пряли и ткали вручную. Когда вы говорите ей, что это не было сделано ручным трудом, что, вероятно, ни одна рука не прикасалась к материалам на протяжении всего процесса, вполне возможно, что поначалу она расценит ваше утверждение как равносильное утверждению, что ткань была изготовлена без дизайна. Если бы она это сделала, то не поверила бы вашему заявлению. Если вы терпеливо объясните ей теорию чесальных машин, прядильных станков и механических ткацких станков, ослабит ли ее восприятие ваших объяснений ее убежденность в том, что ткань была результатом дизайна?

Несомненно, что она верила бы в замысел так же твердо, как и раньше, и что эта вера сопровождалась бы более высоким пониманием и благоговейным восхищением мудростью, мастерством и мощью, значительно превосходящими все, что она ранее считала возможным ”.

Этим обзором Грей обезоружил враждебность до такой степени, что некоторые люди, которые были настроены враждебно по отношению к дарвинизму, приняли его лишь с небольшими оговорками. Можно справедливо утверждать, что Журнал сыграл ведущую роль в формировании взглядов натуралистов Америки на теорию Дарвина.

Вскоре доктор Грей подвергла дарвиновскую гипотезу суровому испытанию. В журнале за 1840 год он обратил внимание на замечательное сходство, существующее между флорой Японии и частью умеренной зоны Северной Америки. Первое упоминание им этого предмета встречается в кратком обзоре книги доктора Цуккарини “Флора Японская”, работы, основанной на материалах, предоставленных доктором Зибольдом, который долгое время жил в Японии. В этом обзоре (39, 175, 1840) он перечисляет некоторые растения, общие для двух регионов, и говорит: “Интересно отметить, как много наших характерных родов воспроизводятся в Японии, не говоря уже о поразительных аналогичных формах”. В последующей статье (28, 187, 1859) он возвращается к этой теме и, сославшись на геологические данные, предоставленные Дж. Д. Даной, говорит:

“Я не могу удержаться от вывода, что существующее растительное царство имеет долгую и богатую событиями историю и что объяснение очевидных аномалий в географическом распределении видов можно найти в различных и длительных климатических или иных превращениях, которым они подвергались в прежние времена; что появление определенных видов, которые ранее считались характерными для Северной Америки, в отдаленном или противоположном регионе, само по себе не предполагает, что они произошли там, и что обмен растениями между востоком Северной Америки и восточной Азией объясняется на основе наиболее естественной и общепринятой гипотезы (или, по крайней мере, предлагает не большая трудность, чем арктическая флора, общая однородность которой по всему миру всегда считалась совместимой с местным происхождением вида) и, возможно, не более обширна, чем можно было бы ожидать при данных обстоятельствах. То, что обмен в основном происходил в высоких северных широтах и что изотермические линии в прежние времена поворачивали на север на нашем восточном побережье и на юг на нашем северо-западном побережье, как это происходит сейчас, - это моменты, которые значительно приближают к объяснению того, почему восточный регион Северной Америки, а не Орегон и Калифорния, был в основном задействован в этом обмене, и почему обмен в умеренном климате, даже с Европой, в основном происходил через Азию ”.



Ch. Darwin

Из книги Фрэнсиса Дарвина “Жизнь и письма Чарльза Дарвина”.

Эта статья была опубликована в 1859 году, накануне публикации книги Дарвина “Происхождение видов”. Позже он применил теорию Дарвина к возможному решению проблемы и пришел к выводу, что две флоры имели общее происхождение в арктической зоне, в третичный период или в предшествующий ему меловой период, и их потомки по разным линиям продвигались на юг, причем виды изменялись в разных климатических условиях и, таким образом, демонстрировали сходство, но не абсолютную идентичность формы. Выступая перед Американской ассоциацией содействия развитию науки в своем президентском обращении в 1872 году, он использовал следующие формулировки:

Согласно этим взглядам, по крайней мере в отношении растений, адаптация к последовательным временам и изменившимся условиям поддерживалась не путем абсолютного обновления, а путем постепенных модификаций. Я, например, не могу сомневаться в том, что существующие ныне виды являются прямыми преемниками тех, которые украшали землю в древние времена до них, и что они были так же хорошо приспособлены к своему окружению тогда, как те, которые процветают вокруг нас, приспособлены к своим условиям сейчас. Порядок и изысканная адаптация не ждали прихода человека и никогда не были стереотипными. Органическую природу — под которой я подразумеваю систему и совокупность живых существ и их адаптацию друг к другу и к миру — со всей ее кажущейся и действительно реальной стабильностью следует уподобить не океану, который изменяется только приливными колебаниями от фиксированного уровня, к которому он всегда возвращается, а скорее реке, настолько обширной, что мы не можем ни различить ее берегов, ни достичь ее истоков, чье поступательное течение не менее актуально из-за того, что слишком медленно, чтобы быть замеченным эфемерами, которые парят над его поверхностью или носятся по его недрам”.

Активный интерес Грея к журналу сохранялся до самого конца его жизни. В 1887 году из-под его пера вышло много критических замечаний. Его последним вкладом на страницах журнала стала “Ботаническая некрология”, опубликованная посмертно в томе 35 третьей серии (1888). Таким образом, его связь с Журналом охватывала более чем полувековой период его жизни.^[185]

Изменения, произошедшие в ботанике в результате применения дарвинизма, были далеко идущими. Были незамедлительно предприняты попытки реконструировать систему ботанической классификации на основе происхождения. Наиболее успешные из этих начинаний были встречены с одобрением и в настоящее время составляют основу систематизации семейств, родов и видов в гербариях этой страны, в руководствах по описательной ботанике и в учебниках более высокого уровня. Этот переворот произошел только после смерти Грея, хотя он предвидел, что революция надвигается.

Одним из наиболее очевидных изменений было то, что в американских школьных трактатах большое внимание уделялось изучению низших, а не высших или цветковых растений, причем последние рассматривались просто как члены длинного ряда и с недостаточным вниманием. Но в последние годы в обществе возобновился интерес к феногамии, что привело к более тщательному исследованию местной флоры, а также к изучению отношений растений с окружающей средой. Результаты большей части этой технической работы публикуются в строго ботанических периодических изданиях и в наши дни редко находят место на страницах общего научного журнала.

Криптогамная ботаника в журнале с 1846 года.

При беглом просмотре Первой серии было видно, что с самого начала Журнал уделял изрядную долю внимания растениям без цветов. Насколько позволяли средства и методы того времени, папоротники, мхи, лишайники и более крупные водоросли и грибы Америки были тщательно изучены, и были опубликованы важные результаты, главным образом в области систематической ботаники.

Вторая серия охватывает период с 1846 по 1871 год. В этой серии обнаруживается, что диапазон криптогамической ботаники значительно расширился. Помимо интересных книжных заметок об этих растениях, есть много статей о более крупных грибах, о водорослях и мхах. Вот материалы Кертиса, Равенела, Бейли и Салливанта. Лишайники подробно описаны Такерманом, и есть несколько превосходных переводов доктором Энгельманном статей Александра Брауна. Рассматриваются некоторые из разрушительных грибов, как это вполне могло быть в период картофельного голода. Именно в эти годы впервые встречается имя Дэниела Кэди Итона, который позже так много сделал для развития интереса к теме папоротников в этой стране. Он часто публиковал критические заметки.

Криптогамная ботаника, как ее сейчас понимают, является сравнительно современной отраслью науки. Приборы и методы для исследования наиболее малоизвестных групп, и особенно для выявления последовательных стадий их развития, были неудовлетворительными до второй половины прошлого века. Грей признал такое положение дел и оценил важность новых методов и более совершенного оборудования. Поэтому он с удовлетворением наблюдал за проведением этих исследований за границей одним из его студентов и ассистентов, Уильямом Г. Фарлоу. Доктор Фарлоу привнес в свои исследования под руководством Дебари и других необычайную наблюдательность и большое трудолюбие. Он быстро стал опытным исследователем криптогамной ботаники и обогатил науку выдающимися открытиями, одно из которых сегодня носит его имя в ботанической литературе. Вернувшись в Соединенные Штаты, Фарлоу сразу же начал успешную карьеру вдохновляющего учителя и плодотворного исследователя. Он стал частым участником Журнала, поддерживая связь его читателей с наиболее важными дополнениями к криптогамической ботанике. Он мудро выбрал работу в этой области в целом, и, следовательно, ему удалось сохранить лучшую перспективу, чем у специалиста-экстремала. Наибольшее число криптогамных ботаников в этой стране обучались под руководством профессора Фарлоу.

Систематическая и географическая ботаника последних лет.

Полезность журнала для описательной систематической ботаники фанерогамов проявляется не только в том, что он принимает ведущие положения фитографии Декандоля, где прививаются очень точные методы, но и в очень многочисленных публикациях Серено Уотсона и других сотрудников Гербария Гарвардского университета, а также частных систематиков. Именно на страницах Журнала можно найти записи большей части критических работ Такермана и Энгельмана в "интересной фанерогамии". В последние годы Журнал имел честь опубликовать значительную часть тщательной работы Тео Холма по сложным группам Сурегасеае, а также его замечательные исследования по морфологии и анатомии некоторых интересных растений высших порядков.

Мимоходом было обращено внимание на глубокий интерес Грея к географической ботанике. В этой важной области, помимо его вклада, можно найти, среди многих других, такие статьи, как “Флора прибрежных островов Калифорнии в связи с недавними изменениями физической географии” Леконта (**34**, 457, 1887) и “Леса Центральной Невады” Сарджента (**17**, 417, 1879). Изучение выявляет удивительное количество сообщений, которые косвенно имеют отношение к этому предмету.

Палеонтологическая ботаника.

Когда журнал начинал свою карьеру, тема ископаемых растений была очень неясной. Статьи Бронгнярта, особенно переводы из журналов, позволили американским студентам провести исследование таких окаменелостей, и результаты были в значительной степени опубликованы в журнале. Поскольку эта тема относится как к геологии, так и к ботанике, она находит свое место на страницах журнала. Недавние статьи на эту тему показывают, насколько велик был прогресс в методах и результатах с начала столетия журнала. Под руководством Джорджа Э. Виланда сообщения и библиографические примечания к палеонтологическим трактатам показывают прогресс, которого он и другие добиваются в этой привлекательной области.

Экономическая ботаника, Физиология растений и т.д.

С самого начала Журнал, как мы видели, уделял много внимания определенным этапам экономической ботаники, и даже до настоящего времени он сохраняет свою приверженность этому предмету. Переписка Джерома Никлеса с 1853 по 1867 год представила читателям огромное количество ценных сведений, которые никаким другим способом не были бы им известны. И Журнал мудро подходил к научной стороне сельского хозяйства под руководством С. В. Джонсона, Дж. Х. Гилберта и других, ставя ее на надлежащую основу. Эта работа была дополнена замечательной работой Нортон по химии некоторых растений, например овса, и некоторых растительных продуктов. На самом деле, на страницах журнала можно было бы составить краткий обзор важных принципов агрономии.

Физиология была представлена не только исследованиями, которые были положены начало и стимулированы теорией Дарвина, такими как перекрестное и близкое оплодотворение растений, подвижность растений и тому подобное, но и множеством специальных сообщений, таких как Дандено о токсичности, Плаумэн об электрических связях и ионизации и У. П. Уилсон о дыхании.

Есть много широких философских вопросов, которые нашли подходящее место в журнале, таких как “Растение-особь в ее отношении к виду” (Александр Браун, **19**, 297, 1855; **20**, 181, 1855) и “Аналогия между способом размножения у растений и сменой поколений, наблюдаемой у некоторых *radiata*” (Дж. Д. Дана, **10**, 341, 1850). Сродни им многие размышления, которые можно найти разбросанными по страницам Журнала, часто в заметках о незначительных книгах. Как и следовало ожидать, некоторое внимание было уделено совершенно особому разделу ботаники, который строго называется медицинским. Например, в начале своей истории Журнал опубликовал длинный трактат доктора Уильяма Талли (**2**, 45, 1820) о спорынье во ржи. Это рассматривается как со структурной, так и с медицинской точки зрения и явно опережает время, в которое было написано. Есть несколько упоминаний о растительных ядах, а также увлекательный рассказ о влиянии обыкновенной белой золы на жизнедеятельность гремучей

змеи. Короче говоря, можно сказать, что редактор многое сделал для того, чтобы сделать журнал читабельным, а также строго научным.

Список рецензентов, которым за последние годы было разрешено использовать страницы журнала для ознакомления с ботаническими и смежными книгами, довольно длинный. Можно найти инициалы Уэсли Р. Коу, Джорджа П. Клинтона, Артура Л. Дина, Александра У. Эванса, Уильяма Г. Фарлоу, Джорджа Л. Гудейла, Артура Х. Грейвса, Герберта Э. Грегори, Лафайета Б. Менделя, Лео Ф. Реттгера, Бенджамина Л. Робинсона, Джорджа Р. Виланда и других.

В настоящее время в биологических науках, как и в любой области мысли, существует большая специализация, и каждая специальность требует своего собственного издания. Естественно, это привело к сокращению объема ботанических сообщений в Журнале, но нельзя забывать, что история североамериканской ботаники в значительной степени описана на его страницах.

Примечания.

184. Научные труды Эйсы Грея. Избранное Чарльзом Спрэггом Сарджентом. Два тома, Бостон, 1889 (см. Примечание в т. 38, 419, 1889).

185. О жизни и творчестве Грея сообщает его давний друг Дж. Д. Дана в журнале за 1888 год (**35**, 181-203).

ПРИМЕЧАНИЯ ПЕРЕПИСЧИКА

1. Исправлены опечатки; сохранено нестандартное написание и диалект.
2. Для сносок использовались номера.